

STUDIE ZUM PROTEINBEDARF
ERWACHSENER KRALLENAFFEN
(SAGUINUS FUSCICOLLIS)

Marianne Lehmann

Diss.
München
1984

Aus dem Institut für
Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Geschäftsführender Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

und dem

Max von Pettenkofer-Institut für Hygiene und
Medizinische Mikrobiologie der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. F. Deinhardt

Angefertigt unter Leitung von Prof. Dr. H. Zucker

STUDIE ZUM PROTEINBEDARF ERWACHSENER
KRALLENAFFEN (SAGUINUS FUSCICOLLIS)

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
MARIANNE LEHMANN
aus
Augsburg
München 1984

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. W. Leidl

Referent: Prof. Dr. H. Zucker

Korreferent: Priv.Doiz. Dr. Dr.habil. F. Graf

Tag der Promotion: 27. Juli 1984

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

INHALTSVERZEICHNIS

I.	ALLGEMEIN	1
1.1.	VORWORT	1
1.2.	LEBENSLEISTUNGEN	2
1.3.	ANMERKUNGEN ZU DEN LEBENSLEISTUNGEN	3
1.4.	VERGLEICH DER LEBENSLEISTUNGEN MIT DEN LEBENSLEISTUNGEN DER VORGEHENDEN	4
1.5.	ANMERKUNGEN ZU DEN VERGLEICHEN	5
1.6.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	6
1.7.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	7
1.8.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	8
1.9.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	9
1.10.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	10
1.11.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	11
1.12.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	12
1.13.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	13
1.14.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	14
1.15.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	15
1.16.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	16
1.17.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	17
1.18.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	18
1.19.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	19
1.20.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	20
1.21.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	21
1.22.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	22
1.23.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	23
1.24.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	24
1.25.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	25
1.26.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	26
1.27.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	27
1.28.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	28
1.29.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	29
1.30.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	30
1.31.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	31
1.32.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	32
1.33.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	33
1.34.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	34
1.35.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	35
1.36.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	36
1.37.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	37
1.38.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	38
1.39.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	39
1.40.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	40
1.41.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	41
1.42.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	42
1.43.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	43
1.44.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	44
1.45.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	45
1.46.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	46
1.47.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	47
1.48.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	48
1.49.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	49
1.50.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	50
1.51.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	51
1.52.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	52
1.53.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	53
1.54.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	54
1.55.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	55
1.56.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	56
1.57.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	57
1.58.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	58
1.59.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	59
1.60.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	60
1.61.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	61
1.62.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	62
1.63.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	63
1.64.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	64
1.65.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	65
1.66.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	66
1.67.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	67
1.68.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	68
1.69.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	69
1.70.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	70
1.71.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	71
1.72.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	72
1.73.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	73
1.74.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	74
1.75.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	75
1.76.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	76
1.77.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	77
1.78.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	78
1.79.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	79
1.80.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	80
1.81.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	81
1.82.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	82
1.83.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	83
1.84.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	84
1.85.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	85
1.86.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	86
1.87.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	87
1.88.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	88
1.89.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	89
1.90.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	90
1.91.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	91
1.92.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	92
1.93.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	93
1.94.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	94
1.95.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	95
1.96.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	96
1.97.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	97
1.98.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	98
1.99.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	99
1.100.	ANMERKUNGEN ZU DEN ANMERKUNGEN	100



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554009_0062

Inhaltsübersicht

1.	EINLEITUNG	1
2.	PROBLEMSTELLUNG	4
3.	LITERATURÜBERSICHT	6
3.1.	Proteinernährung und Proteinbedarf bei Krallenaffen	6
3.2.	Protein- und Energiemangel beim Menschen und Nichtmenschlichen Primaten	9
3.3.	Auswirkungen der Proteinzufuhr und des Proteinstatus auf Blutwerte	13
4.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	17
4.1.	Versuchsbeschreibung	17
4.1.1.	Tiermaterial und Haltung der Versuchs- tiere	17
4.1.2.	Versuchsplanung und Versuchsdurchführung	18
4.1.3.	Versuchsdiäten und Fütterung der Versuchs- tiere	21
4.1.4.	Blutanalysen	30
4.1.5.	Statistik	32
4.2.	Versuchsergebnisse	33
4.2.1.	Verzehr	33
4.2.2.	Gewichtsentwicklung	38
4.2.3.	Blutuntersuchung	40
4.2.3.1.	Serum-Untersuchung	40
4.2.3.2.	Hämatologische Untersuchung	46
4.2.4.	Kotbeschaffenheit	52
4.2.5.	Reproduktionsgeschehen	53
4.2.6.	Krankheits- und Todesfälle	54
5.	DISKUSSION	58
6.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	65
7.	ZUSAMMENFASSUNG	66
	SUMMARY	67
	LITERATURVERZEICHNIS	68
	ANHANG (Tab. I bis VIII)	

1. EINLEITUNG

Im Vergleich zu anderen Primaten weisen die Krallenaffen durch ihre geringe Körpergröße, frühe Geschlechtsreife und hohe Reproduktionsfähigkeit wesentliche Vorteile auf. Wichtige Forschungsgebiete, in denen Krallenaffen wertvolle Dienste leisten, sind unter anderen: Virologie, Onkologie, Toxikologie und Teratologie.

Krallenaffen zeigen eigentümlicherweise eine herabgesetzte immunologische Kompetenz, obwohl sie die gleiche Gesamtlymphozytenzahl wie der Mensch haben und auch entsprechende Anteile von T- und B-Zellen (ALBRECHT et al., 1980). Dieser Umstand, von ALBRECHT "immune Paralyse" genannt, macht die Krallenaffen für eine große Zahl von tierischen und menschlichen Viren und Bakterien hoch empfänglich, wie zum Beispiel: Hepatitis A-Virus, Masernvirus, Paramyxovirus, Herpesvirus saimiri, Schigella spp., Salmonella spp., Diplococcus pneumoniae, Staphylococcus spp. und Pasteurella multocida. Umfangreiche biochemische Studien der Zelltransformation, der molekularen Biologie der Viren sowie der Pathogenese der virusinduzierten Neoplasien werden in Versuchen mit Neuweltaffen beschrieben (FLECKENSTEIN, 1979; WOLFE und DEINHARDT, 1978). Die für solche Forschungszwecke verwendeten Krallenaffen sind noch immer in großer Zahl Wildfänge oder entstammen ersten Gefangenschaftsgenerationen. Dies stellt einen Variabilitätsfaktor dar. Die Forderung der Statistik nach Einheitlichkeit der Versuchstiergruppe ist bei wildgefangenen Tieren nicht gewährleistet. Die gezüchteten Krallenaffen stellen ein wesentlich homogeneres Kollektiv dar, d.h. es sind für einen Versuch weniger Tiere erforderlich.

Die Laborhaltung und Fütterung der Krallenaffen bringt durch die Eintönigkeit und Einengung des Lebensraumes und die Einförmigkeit der Kost Probleme mit sich, die

sich negativ auf die Tiere auswirken. Vergleichsweise sei die Vielfalt der natürlichen Diät der Krallenaffen erwähnt. In ihrem sehr abwechslungsreichen Biotop finden sie Früchte, Nüsse, Knospen und andere Pflanzenkost; Insekten, Spinnen, Baumfrösche, kleine Eidechsen, Vogeleier und Jungvögel (GRZIMEK, 1979); Baumsäfte und Baumharze (RIZZINI und COIMBRA-FILHO, 1981). Mit der Jagd nach Insekten und anderer Futtersuche verbringen die sehr aktiven Krallenaffen einen großen Teil des Tages (IZAWA, 1978). Die Kenntnis der Lebens- und Ernährungsgewohnheiten der Krallenaffen hat dazu beigetragen, daß heute Krallenaffenkolonien erfolgreich gehalten werden können.

Die Krallenaffenkolonie, in der die in dieser Arbeit beschriebenen Untersuchungen durchgeführt worden sind, stellt im wesentlichen eine Zuchtkolonie dar mit Tieren der Spezies: *Callithrix jacchus* (Weißbüscheläffchen), *Saguinus fuscicollis* (Weißlippentamarin), *Saguinus labiatus* (Rotbauchtamarin), *Saguinus oedipus* (Lisztäffchen) und *Saguinus mystax* (Lönnbergtamarin). Die Tiere bekommen eine pelletierte Diät (24% Rohprotein) ad libitum und täglich eine Bananenmahlzeit. Hochträchtige Tiere und Familien mit Jungtieren erhalten zusätzlich einen kommerziellen Babybrei⁺).

Bundesweit sind sieben Krallenaffenkolonien aufgeführt (PRIMATE REPORT, 1983). Ein großer Teil davon bemüht sich um eigene Zucht, da der Export von Krallenaffen von allen Ländern Süd- und Zentralamerikas verboten wurde. Im größten Teil dieser Kolonien wird als Basis ein kommerzielles Krallenaffenfutter verwendet und als Ergänzung wird neben den verschiedenen Obstsorten unter anderem auch Lebendfutter verabreicht.

⁺) Milupa Milchgrießbrei, Friedrichsdorf, BRD

Die züchterischen Bemühungen bedürfen einer bedarfsge-
rechten Ernährung und Unterbringung. Unsere Kenntnisse
der Ernährungsphysiologie der Krallenaffen sind noch
sehr lückenhaft, deshalb konnten bis jetzt keine ver-
bindlichen Richtlinien über Fütterung und Bedarf dieser
Familie formuliert werden.

2. PROBLEMSTELLUNG

Die Diät ist einer der wichtigsten Faktoren, die Einfluß auf die Reaktion der Tiere auf einen Versuch haben. Die Ergebnisse können durch eine versteckte Nährstoff-imbalance oder einen Nährstoffmangel trotz ansonsten akkurater experimenteller Arbeit beeinflußt werden.

Als "optimalen" Ernährungszustand kann man einen Status des Allgemeinbefindens bezeichnen, der durch Änderung der Diät nicht weiter verbessert werden kann (KERR, 1972). Darin eingeschlossen sind normales Wachstum, guter Gesundheitszustand, uneingeschränkte körperliche Aktivität und Reproduktionsfähigkeit und nicht zuletzt eine reaktionsfähige immunologische Abwehrbereitschaft.

Die Entwicklung einer standardisierten Diät, deren Komposition all diese Forderungen erfüllt, wird angestrebt. FLURER et al. (1983) haben eine Diät mit 23,4% Rohprotein und 4,1 kcal/g entwickelt, die gut von Krallenaffen akzeptiert wird und nach 15monatiger Fütterung zu einer Verminderung der Todesrate und Erhöhung der Reproduktionsrate in der Kolonie führte.

Die üblichen Diättempfehlungen für Krallenaffen von einem hohen Proteinbedarf ausgehend, liegen zwischen 25% und 30% Rohprotein in der Trockensubstanz (DREPPER, 1972). Dadurch wird dem vermuteten hohen Proteinbedarf (siehe 3.1.) der Krallenaffen Rechnung getragen. Tatsächliche Proteinbedarfsangaben bei dieser Familie sind aber nicht bekannt.

Die nachfolgende Untersuchung soll ein Beitrag zur Ermittlung des Proteinbedarfs bei Krallenaffen sein. Hierfür wurde eine halbsynthetische Diät mit niedrigem Proteingehalt (6% Protein) entwickelt und über längere Zeit den Krallenaffen verfüttert. Als Ausgangsbasis und zum Vergleich diente eine halbsynthetische Diät mit 18%

Protein. Casein, das häufig als Eiweißquelle in halb-synthetischen Diäten für Primaten eingesetzt wird (AUSMAN und GALLINA, 1979; DREIZEN et al., 1973; MANN et al., 1953) und eine hohe Verdaulichkeit aufweist, stellte den Proteinanteil für diese Diäten. SCHOEN (1982) zeigte, daß es möglich ist, Tiere der Spezies *Callithrix jacchus* und *Saguinus fuscicollis* acht Monate lang mit einer Diät zu ernähren, deren Rohproteingehalt mit 12% wesentlich niedriger als der üblicherweise empfohlene ist. Wieweit der Proteingehalt der Diät herabgesetzt werden kann, ohne das Risiko eines Proteinmangel-Syndroms einzugehen, sollte untersucht werden. Bei der Bestimmung des Proteinbedarfs einer Spezies müssen folgende Parameter berücksichtigt werden: Die biologische Wertigkeit und die Verdaulichkeit des verwendeten Proteins, die Körpergröße und die Wachstumsrate der Tiere. Da bis zum jetzigen Zeitpunkt keine N-Bilanzversuche bei Krallenenaffen durchgeführt wurden, bleiben die Gewichtsentwicklung und die Verzehrbestimmung die Methoden der Wahl.

Ergebnisse von Versuchen über Proteinverdaulichkeit des Caseins bei Krallenenaffen liegen vor (MAGG, 1981).

Die durchgeführten Blutuntersuchungen sollten Aufschluß über den Gesundheitszustand der Tiere und über protein-gehaltbedingte Veränderungen geben.

3. LITERATURÜBERSICHT

3.1. Proteinernährung und Proteinbedarf bei Krallenaffen

Über die Ernährung der Krallenaffen in freier Wildbahn gibt es einige Studien. Erstaunlich ist die Vielfalt der verzehrten Nahrung. HAMPTON et al. (1966) untersuchten den Mageninhalt von mehreren Marmosets und Tamarins, die in freier Wildbahn lebten und fanden sehr häufig Insektenreste, dazu aber auch Blätter und Obstreste.

Die ersten Angaben über die Ernährung von Krallenaffen in Gefangenschaft stammen von LUCAS et al. (1927), FITZGERALD (1935) und LUCAS et al. (1937). Sie beschreiben Diäten aus frischen Lebensmitteln und betonen, daß eine Nahrungsvielfalt für die Ernährung der Krallenaffen von großer Bedeutung ist.

STELLAR (1960) beschreibt eine Diät von breiiger Konsistenz mit 24,5% Rohprotein in der Trockensubstanz aus Wasser, Getreide, Vollmilchpulver, Weizenmehl und Spurenelement- und Mineralienzusatz. Die damit ernährten Marmosets entwickelten sich gut und die Gewichtszunahmen waren auffallend hoch im Vergleich zu der Zeit, als man den Tieren eine gemischte Frischkost verfütterte.

Eine vergleichende Studie von verschiedenen Diäten, die bei Marmosets und Tamarins eingesetzt wurden, stammt von DEINHARDT et al. (1967). Die Zahl der Versuchstiere für jede Diät war zu gering für eine statistische Auswertung, aber anhand von Gewichtszunahmen wurde festgestellt, daß die Hochproteindiäten am besten für die Krallenaffen geeignet sind. Der Obstzusatz wird als überflüssig bezeichnet, stellt aber für die Tiere eine willkommene Abwechslung dar.

In den USA gibt es schon seit den sechziger Jahren kommerzielle Krallenaffendiäten. INGRAM (1975) beschreibt

gute Zuchtergebnisse in einer Weißbüscheläffchenkolonie bei Fütterung eines kommerziellen Fertigfutters. Die Proteinkonzentration in den meisten kommerziellen Krallenaffendiäten entspricht den 1978 veröffentlichten Empfehlungen des NATIONAL RESEARCH COUNCIL und liegt zwischen 20% und 25% Protein.

KING (1975) verfüttert an erwachsene Marmosets ein kommerzielles Futter mit 25% Protein. Mit Brot, Getreide und Honig wurde daraus eine Mixtur mit 16,4% Rohprotein pro g Trockensubstanz hergestellt. Zusätzlich bekamen die Tiere Obst, Eier, Kuhmilch, Mehlwürmer und Insekten. KING (1978) benützt drei Jahre später eine Diät nach der gleichen Rezeptur mit Vitamin- und Mineralienzusatz und macht im Vergleich zu Orang-Utans und Lemuren Bedarfsangaben für Marmosets. Im Vergleich zu den anderen Spezies beschreibt KING bei Marmosets Hyperphagie und einen höheren Grundumsatz von 350 kJ/kg KGW^{0.75}. Für erwachsene Marmosets gibt KING den Proteinbedarf mit 2,6 g Protein pro kg KGW⁺ und Tag an. Die von KING ermittelten Werte für Marmosets liegen unter den Bedarfsangaben von NICOLosi und HUNT (1979) für die erwachsenen Totenkopffaffen: 100 bis 300 kcal/kg KGW und Tag und 4 g hochwertiges Protein pro kg KGW und Tag. Junge Totenkopffaffen benötigen 600 bis 300 kcal/kg KGW und 18 g Protein pro kg KGW pro Tag. SMOAKE et al. (1977) und MALINOW und WAGNER (1966) geben den Grundumsatz für Totenkopffaffen mit 100 bis 107 kcal/kg KGW pro Tag an, der damit pro kg Körpergewicht 4 - 5 mal höher als der eines 70 kg schweren Mannes liegt.

Der hohe Proteinbedarf der Krallenaffen konnte bis jetzt noch nicht erklärt werden. Hypothetisch könnte man eine Ähnlichkeit mit den Totenkopffaffen, bei denen AUSMAN et al. (1979) eine sehr geringe Effizienz hochwertiger Proteine fanden, in Betracht ziehen. AUSMAN et al. haben den Erhaltungsbedarf für Laktalbumin, Casein und Soja-

⁺) KGW = Körpergewicht

proteinisolat auf 3,43, 3,63 und 7,96 g pro kg Körpergewicht beim Totenkopffaffen errechnet. Der für das Wachstum nutzbare Anteil der Proteine betrug 27,8, 32,1 und 22,2%. Im Vergleich dazu die von SAMONDS und HEGSTED (1973) ermittelten Werte für junge Kapuzineraffen bei Laktalbumin: Der Erhaltungsbedarf 1,96 g Protein pro kg KGW und Tag und der für das Wachstum nutzbare Anteil 67 - 73%.

GALLINA und AUSMAN (1979) vermuten als Ursache für die geringe Effizienz von wertvollem Protein bei Totenkopffaffen entweder den Bedarf an einer speziellen Aminosäure oder eine schlechte Verwertung der Futteraminosäuren. Sie postulieren für die Totenkopffaffen einen höheren Proteinbedarf als für andere Spezies, auch dann, wenn die Zahlen auf die metabolische Größe ($\text{kg}^{0.75}$) umgerechnet werden. Die Übertragung dieses Sachverhaltes bei den Totenkopffaffen auf die Krallenaffen wäre theoretisch möglich, wurde aber bis jetzt durch Versuche noch nicht bewiesen.

COIMBRA-FILHO et al. (1981) vermuten aufgrund ihrer Beobachtungen in freier Wildbahn einen höheren Proteinbedarf für die Krallenaffenspezies Saguinus und Leontideus als für Callithriciden. Es wurde beobachtet, daß Affen der Spezies Callithrix sich oft mit Baumsäften ernähren, deren Proteingehalt mit 0.75% in o. S. sehr gering ist (RIZZINI und COIMBRA-FILHO, 1981).

Der vermutete hohe Proteinbedarf der Krallenaffen wird bis heute nur in wenigen Untersuchungen widerlegt (KING, 1978; SCHOEN, 1982) und somit wird noch immer sicherheitshalber der Weg der hohen Proteinzufuhr gewählt.

3.2. Protein- und Energiemangel beim Menschen und Nichtmenschlichen Primaten

Ein Überschuß an Proteinzufuhr ist nicht gesundheits-schädigend, es sei denn, es liegen bestimmte renale oder hepatische Dysfunktionen vor. Dagegen ist Proteinmangel neben ungenügender Energiezufuhr die Ursache der meisten gesundheitlichen Probleme, die bei Kindern, hauptsächlich in der Dritten Welt, auftreten (VITERI et al., 1964).

Nichtmenschliche Primaten (Meerkatzen und Rhesusaffen) weisen bei Proteinunterernährung das gleiche Krankheitsbild wie der Mensch auf (FOLLIS, 1957; KERR et al., 1970; KERR et al., 1975). Protein- und Energieunterernährung wurden intensiv bei Kindern der unterentwickelten Länder studiert, durch deren unausgewogene Nahrung verbunden mit häufigem Auftreten von Infektionskrankheiten Mangelsymptome hervorgerufen werden. Man unterscheidet zwei Syndrome: a) Marasmus, primär verursacht durch Kalorienmangel und b) Kwashiorkor, wobei Kalorien bedarfsgerecht oder reichlich, Protein aber mangelhaft zugeführt werden. Die Symptome von Marasmus bei Kindern sind: Langsameres Wachstum, Schwund des Fettgewebes und der gesamten Körpermasse, aber keine Ödeme; bei Kwashiorkor Wachstumsverzögerung, Hypoalbuminämie, Ödeme, Leberverfettung, Abnahme des Fettgewebes und besonders der Muskulatur (RUDMAN, 1981). Oft tritt eine nicht exakt zuzuordnende Mischform der Symptome auf. Sogar bei gleicher Protein- und Energiezufuhr sind bei indischen Kindern sowohl Marasmus als auch Kwashiorkor aufgetreten (GOPALAN, 1968).

Hypoalbuminämie ist eindeutig die wichtigste klinisch-chemische Veränderung bei Kwashiorkor und verursacht direkt das Hauptsymptom, das Ödem (COWARD und FIOROTTO, 1979). Die Ätiologie dieses Syndroms ist unklar, da die Faktoren, die zur Entstehung der Hypoalbuminämie führen, noch nicht genau bekannt sind. Neben Protein- und Energie-

mangel müssen auch Infektionskrankheiten, Anorexie, Nahrungsentzug und Resorptionsstörungen im ätiologischen Komplex miteinbezogen werden.

Mit Ratten als Modell stellen COWARD et al. (1977) zwei Wege zur Entstehung der Hypoalbuminämie in Fällen von Protein- und Kalorienunterernährung fest. COWARD et al. verfütterten isokalorische Diäten mit niedrigem und sehr niedrigem Rohproteingehalt (3,2% und 0,5% der Energie als Protein) an experimentell unterernährte Ratten. Bei der ad libitum Fütterung entwickelte sich bald eine Hypoalbuminämie, proportional zum Rohproteingehalt der Diät. Es trat eine Verteilung des Körperproteins zugunsten der Muskulatur ein; der Leberproteingehalt sank. Bei restriktiver Fütterung der gleichen Diäten blieben die Plasma-Albuminkonzentrationen in den ersten zwei Wochen normal. Es traten starke Gewichtsabnahmen auf, durch den erhöhten Muskelkatabolismus bedingt, aber der Leberproteingehalt blieb relativ normal. In späteren Phasen des Versuches trat auch bei restriktiver Fütterung eine starke Hypoalbuminämie ein, da die Muskulatur nicht mehr genügend Aminosäuren für die Leberproteinsynthese zur Verfügung stellen konnte.

LUNN und AUSTIN (1983) finden bei Ratten einen Abfall des Albumingehaltes im Plasma bei Fütterung einer proteinarmer Diät. Der Plasmaalbumingehalt blieb im Normbereich bei Fütterung einer Diät mit dem gleichen Proteingehalt, aber mit niedrigerem Energiegehalt. In weiteren Bilanzversuchen an Ratten stellen LUNN und AUSTIN fest, daß neben ungenügender Proteinzufuhr eine über dem Bedarf liegende Energiezufuhr für die Entstehung der Hypoalbuminämie verantwortlich ist.

Der Körper des Menschen reagiert auf Proteinmangel oder bei Nahrungsentzug durch verschiedene Adaptationsmechanismen. Die Netto-Leberproteinsynthese steigt, der Muskelkatabolismus wird beschleunigt, die Glukoneogenese

wird eingeschränkt (RICHARDS, 1980). PICOU and PHILLIPS (1972) stellen bei unterernährten Kindern, die eine proteinarme Diät (1,14 g Milchprotein und 160 kcal pro kg KGW und Tag) bekamen, eine erhöhte Nutzung des Harnstoffes zur Proteinsynthese fest.

Diese Adaptationsmechanismen könnten auch für die Ergebnisse von SNYDERMAN et al. (1970) verantwortlich sein. Bei Fütterung von Diäten mit einem Rohproteingehalt von 2 und 9 g pro kg und Tag an frühgeborene Kinder konnte er keine Unterschiede im Wachstumsverlauf und Gesundheitszustand der Kinder feststellen. Bei den Kindern, die 2 g Rohprotein pro kg und Tag bekamen, war allerdings die N-Retention um das drei- bis vierfache geringer, der Plasmalysingehalt reduziert und der Plasmaglycingehalt erhöht.

Studien an wachsenden Altweltaffen ergaben die gleichen Symptome für Protein- und Energieunterernährung wie beim Kind. ENWONWU et al. (1973) fütterten 12 Wochen lang restriktiv eine 2% Casein-Diät an Makaken. Die Symptome waren folgende: Wachstumsverzögerung, Haarverlust und Anorexie. Histopathologisch wurde eine Leberverfettung diagnostiziert. GEIST et al. (1972) induzierten bei wachsenden Rhesusaffen mit 2% und 3% Casein in den Diäten ein Proteinmangelsyndrom, gekennzeichnet durch folgende Merkmale: Langsameres Wachstum, Hypoalbuminämie und herabgesetzte Serumgesamteiweißwerte. Bei jungen Kapuzineraffen, die eine Diät mit 2,8% der Energie als Protein ad libitum verfüttert bekamen, konnte FLEAGLE et al. (1975) eine Beeinträchtigung des Wachstums feststellen. Das gleiche stellte er für eine energiearme Diät (90 kcal pro Tag im Vergleich zu 135 kcal in der Kontrolldiät) fest. Alle Versuchstiere, auch solche, die Gewichtsstillstand hatten, zeigten ein zwar verlangsamtes, aber andauerndes Skelettwachstum. Dadurch wurde das Verhältnis Größe - Gewicht verschoben und die Tiere entwickelten

das für Marasmus typische Aussehen. HIDDLESTON (1978) berichtet von gehäuftem Auftreten von Leberverfettung in einer Weißbüscheläffchenkolonie, die große Mengen an Malzbrot verfüttert bekamen. Nach Umstellung der Diät auf ein kommerzielles Affenfutter, supplementiert mit Obst und Kuhmilch, wurden keine Leberveränderungen mehr gefunden. Dafür trat bei jungen Affen vermindertes Wachstum, Abmagerung und in manchen Fällen Tod durch Unterernährung auf. Es stellte sich heraus, daß die Jungtiere keine Pellets fressen konnten, da diese zu groß und zu hart waren. HIDDLESTON kommt zur Schlußfolgerung, daß Obst und Kuhmilch nicht den Proteinbedarf der Jungtiere decken.

Ein primärer Proteinmangel wird von BRACK und ROTHE (1980) als Ursache der "Wasting Disease" in einer Weißbüscheläffchenkolonie vermutet. Gewichtsverlust, Schwäche, Diarrhoe, Koordinationsstörungen und/oder schlaffe Lähmung der Hinterextremitäten und Anämie bildeten das klinische Bild. Histopathologisch fand man häufig Hämosiderose, chronische Pankreatitis, chronische Tubulonephritis und Skelettmuskeldegeneration. Nach Erhöhung des tierischen Proteingehaltes von 10% bis 15% auf 27% bis 30% traten keine weiteren Fälle mehr auf.

Bei erwachsenen Rhesusaffen konnten RIOPELLE et al. (1974) Gewichtsabnahmen bis zu 35% des Anfangsgewichts nach 6monatiger Fütterung von Caseindiäten mit 1,7% Protein nachweisen. Die Fütterung von Diäten mit 3,5% und 6,9% Protein an Rhesusaffen führte zunächst zu Abnahmen des Plasmaalbumingehaltes und des Albumin/Globulin-Verhältnisses im Plasma, bewirkte aber gegen Ende des 6monatigen Versuches die gleichen Plasmawerte wie bei Fütterung der Kontrolldiät, die 13,4% Protein enthielt. RIOPELLE et al. schlußfolgern, daß eine Diät mit 3,5% hochwertigem Protein es durchaus ermöglicht, erwachsene Rhesusaffen trotz leichter Gewichtsabnahmen bei gutem Gesundheitszustand zu erhalten.

3.3. Auswirkungen der Proteinzufuhr und des Proteinstatus auf Blutwerte

Dem Eintritt von klinischen Erscheinungen bei Protein- und/oder Kalorienunterernährung gehen Änderungen im Proteinmetabolismus voran, die zunächst nur durch Blutuntersuchungen erfaßbar sind. Im Blut sinken folgende Parameter: Serumalbumin, freie Aminosäuren, Harnstoff, Transferrin, Hämatokrit und Hämoglobin (RUDMAN, 1981).

Harnstoff und Harnstoff-N:

Als ein relativ leicht zugänglicher Kennwert für die Reaktion des Proteinstoffwechsels auf veränderte Proteinaufnahme kann die Blutharnstoffkonzentration angesehen werden. Generell besteht eine positive Korrelation zwischen der Proteinzufuhr und Blutharnstoffkonzentration. Bei Verabreichung proteinreicher Nahrung steigt die Blutharnstoffkonzentration an, bei proteinarmer oder proteinfreier Ernährung hingegen sinkt der Harnstoffspiegel im Blut (BERSCHAUER, 1977).

EGGUM (1970) fand bei Ratten eine positive Korrelation zwischen dem Proteingehalt der Diät und der Blutharnstoffkonzentration ($r = 0,95$). Bei 16 Stunden gehungerten Ratten führte die dreiwöchige Verfütterung von Rationen mit Anteilen an Rohprotein von 5% oder 20% und Fettanteilen von 3% zu Blutharnstoffkonzentrationen von 3,4 bzw. 39,4 mg/100 ml Serum (RISSE et al., 1975).

ESCAJADILLO et al. (1981) fütterten an Lisztmäffchen Diäten mit 27,3%, 20,5% und 20,0% Rohproteingehalt in Trockensubstanz und fanden nach 12 Wochen 23,7, 14,3 und 15,7 mg/dl Harnstoff-N-Werte im Serum.

Aminosäuren:

ENWONWU et al. (1973) verfütterten 12 Wochen lang eine 2% Casein-Diät an Makaken. Als Kontrolle diente eine 20% Casein-Diät. Im Vergleich zu den Kontrolltieren stellten sich nach 8wöchiger Verfütterung der protein-

armen Diät Abnahmen der freien Aminosäuren (Methionin, Isoleucin, Leucin, Valin, Threonin und Lysin) von 43% bis 58% ein. Der Gehalt an essentiellen Aminosäuren der Leber blieb etwa gleich dem der Kontrolltiere. Bei Kindern ist das Plasmaaminogramm ein empfindlicher Indikator für den Proteinernährungsstatus (SNYDERMAN et al., 1970).

Albumin:

Werte unter 3 g Albumin pro 100 ml Serum führen beim Menschen zu klinischen Symptomen der Proteinunterernährung (RUDMAN, 1981; HOLMES et al., 1967). HOLMES et al. (1967) fanden bei 61 untersuchten Lisztäffchen Serumalbumingehalte zwischen 1,9-5,3g%. Bei einzelnen Tieren stellte er auch leichtere bis mittlere Leberverfettung fest, die mit der Fettleber des Menschen histologische Ähnlichkeit aufweist. SHIMWELL et al. (1979) fand in allen von ihm untersuchten Fällen von "Wasting Disease" bei Weißbüscheläffchen Hypoalbuminämie.

ENWONWO et al. (1973) fanden im oben beschriebenen Versuch bereits 4 Wochen nach Verfütterung der proteinarmen Diät eine starke Herabsetzung von 25% des Serumalbumingehaltes im Vergleich zu den Kontrolltieren, während der Serumgesamteiweißgehalt erst nach 8 Wochen signifikant mit 8% abfiel. GEIST et al. (1972) beschreibt auch signifikante Unterschiede von Serumalbumin und Serumgesamteiweiß zwischen zwei Rhesusaffengruppen, die eine Hoch- bzw. Niedrigprotein-diät bekamen. Die Hochproteingruppe wies konstant die höheren Werte auf.

Leberenzyme:

MURAMATSU und ASHIDA (1962) stellten bei Ratten fest, daß Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT) und Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) im Serum mit dem Proteingehalt der Diäten steigen. Die alkalische Phosphatase und die Ribonuklease zeigen die höchsten Aktivitäten bei proteinfreier Ernährung und sinken auf den Minimalwert

bei einem Caseinanteil von ca. 25% in der Ration. RUDMAN (1981) stellte beim Menschen klinische Symptome von Proteinunterernährung fest, wenn die alkalische Phosphatase im Serum über 40 U/100 ml lag. Versuchsergebnisse von TUMBLESON und MEADE (1966) beim Schwein zeigen eine positive Korrelation zwischen der GPT-Aktivität und dem Proteingehalt der Diät. SHIMWELL et al. (1979) fanden bei den untersuchten Fällen von "Wasting Disease" eine normale GPT-Aktivität und in Einzelfällen herabgesetzte GOT-Werte.

Kreatinin:

Kreatinin als spezifischer Metabolit des Muskelstoffwechsels ist bei nüchternen Ratten durch Erhöhung des Nahrungsproteins von 5% Rohprotein auf 20% Rohprotein jeweils von 1,74 auf 1,43 mg/100 ml Serum herabgesunken (RISSE et al., 1975).

Hämatologie:

Hämatologiewerte von klinisch gesunden Krallenaffen wurden von verschiedenen Autoren publiziert, aber pathologische Veränderungen des Blutbildes werden kaum erwähnt. Eine umfangreiche Untersuchung der klinischen Hämatologie wurde von HAWKEY et al. (1982) publiziert. Die klinisch manifest erkrankten Tiere weisen hauptsächlich Anämie (unter 11,0 g Hämoglobin/dl) und Leukopenie (unter 4×10^9 Leukozyten/l) auf. Charakteristisch für diese anämischen Tiere war eine morphologische Veränderung der Erythrozyten, die Heinz'schen Einschlusskörperchen, die prognostisch ungünstig ist. Leukopenie trat meistens gemeinsam mit Thrombopenie (unter 160×10^9 Thrombozyten/l) und erhöhtem Fibrinogengehalt auf und ist kennzeichnend für schwere bakterielle Infektionen. Ein Drittel der untersuchten klinisch gesunden Tiere hatte herabgesetzte, unter der Norm liegende Hämoglobin- und Erythrozytengehalte. Ein scheinbar gesundes Tier, das herabgesetzte Erythrozytenzahl und Leukopenie aufwies, starb

später mit Nierenschäden und Schilddrüsen-Dysfunktion. Diese Anämiefälle werden in Verbindung mit "Wasting Disease" diskutiert.

RAMALINGASWAMI und DEO (1968) fanden bei Rhesusaffen nach induzierter Protein- und Kalorienunterernährung generell eine leichte Anämie. Werte von vier Lisztäffchen, die während eines Versuches mit einer 20,5% Rohproteindiät an Kolitis erkrankten, zeigten einen herabgesetzten Hämatokrit von $40,6 \pm 10\%$ und eine leichte Anämie ($4,9 \pm 11 \times 10^6$ Erythrozyten/mm³) (ESCAJADILLO et al., 1981).

Aus diesen Beispielen wird deutlich, daß die hämatologische Untersuchung bei Krallenaffen einen sensiblen diagnostischen Wert besitzt.

Große Unterschiede in den Blutwerten zwischen wildgefangenen und koloniegeborenen Totenkopffaffen wurden von BELAND et al. (1979) festgestellt. Kalzium, anorganischer Phosphor, Albumin, Harnstoff-N, Glukose, alkalische Phosphatase und Kalium waren höher bei den koloniegeborenen Tieren, Gesamteiweiß, Cholesterol und Chlorid dagegen niedriger. Es wurden signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei den Wildfängen für Kalzium und alkalische Phosphatase ermittelt. Korrelationen zwischen Alter und verschiedenen Blutparametern konnten nicht festgestellt werden. Da die Wildfänge seit zwei Jahren in der Kolonie waren und die gleiche Diät wie die koloniegeborenen bekamen, wird der Grund der gefundenen Unterschiede in dem höheren Streßzustand der Wildfänge und deren hohen Parasitenbefall gesehen.

Andere Autoren (McCRAW und SIM, 1972) weisen auf die gleiche Heterogenität der Blutwerte zwischen wildgefangenen und koloniegeborenen Pavianen hin.

Dies zeigt, daß Krallenaffen als ein uniformes Material für Forschungszwecke nur durch Züchtung in einer Kolonie zu erhalten sind.

4. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

4.1. Versuchsbeschreibung

4.1.1. Tiermaterial und Haltung der Versuchstiere

Die Untersuchung wurde mit der Spezies *Saguinus fuscicollis* aus der Krallenaffenkolonie des Max von Pettenkofer-Instituts der Universität München durchgeführt.

Es wurden 63 Tiere ausgesucht, die sich in 27 Käfigen befanden. Insgesamt waren es 30 weibliche Tiere, darunter auch Trächtige, und 33 männliche Tiere. Von den erwachsenen Tieren waren 30 Wildfänge mit unbekanntem Alter. Zwanzig laborgeborene Tiere zwischen 1,5 und 3 Jahren (ein Tier 9,5 Jahre) waren bereits angepaart. Vier Jungtiere bis 3 Monate und neun ältere Jungtiere zwischen 10 und 16 Monaten lebten noch in den Familien.

Das Körpergewicht der erwachsenen Tiere schwankte zwischen 333 und 601 g. Die ausgesuchten Tiere sollten einen guten Gesundheitszustand aufweisen und möglichst alle Altersgruppen vertreten.

Es wurden noch acht erwachsene Kolonietiere als Kontrolle ausgesucht, die das übliche Koloniefutter bekamen und eine Bananenmahlzeit am Nachmittag.

Die Tiere wurden in Käfigen mit den Maßen 50 x 50 x 75 cm gehalten. Jeder Käfig war mit einer Wasserflasche mit Nippel, Futternapf, Sitzstange und Schlupfkasten ausgestattet. In den Räumen betrug die Temperatur 23 - 26°C und die Luftfeuchtigkeit 50 - 60%. Zusätzlich zum Tageslicht erfolgte eine künstliche Beleuchtung in einem 12-Stunden-Rhythmus. Die Stallräume wurden täglich und die Käfige wöchentlich gesäubert. Bei Tieren mit erheblicher Fellverschmutzung wurden die Schlupfkästen mit Lappen ausgelegt.

Unter jeden Käfig wurde ein sauberes Bandentmistungs-

papier gelegt, das am nächsten Tag eingesammelt wurde. Die darauf befindlichen Pellets wurden nach Aufsammlung bei Raumtemperatur getrocknet und dann gewogen.

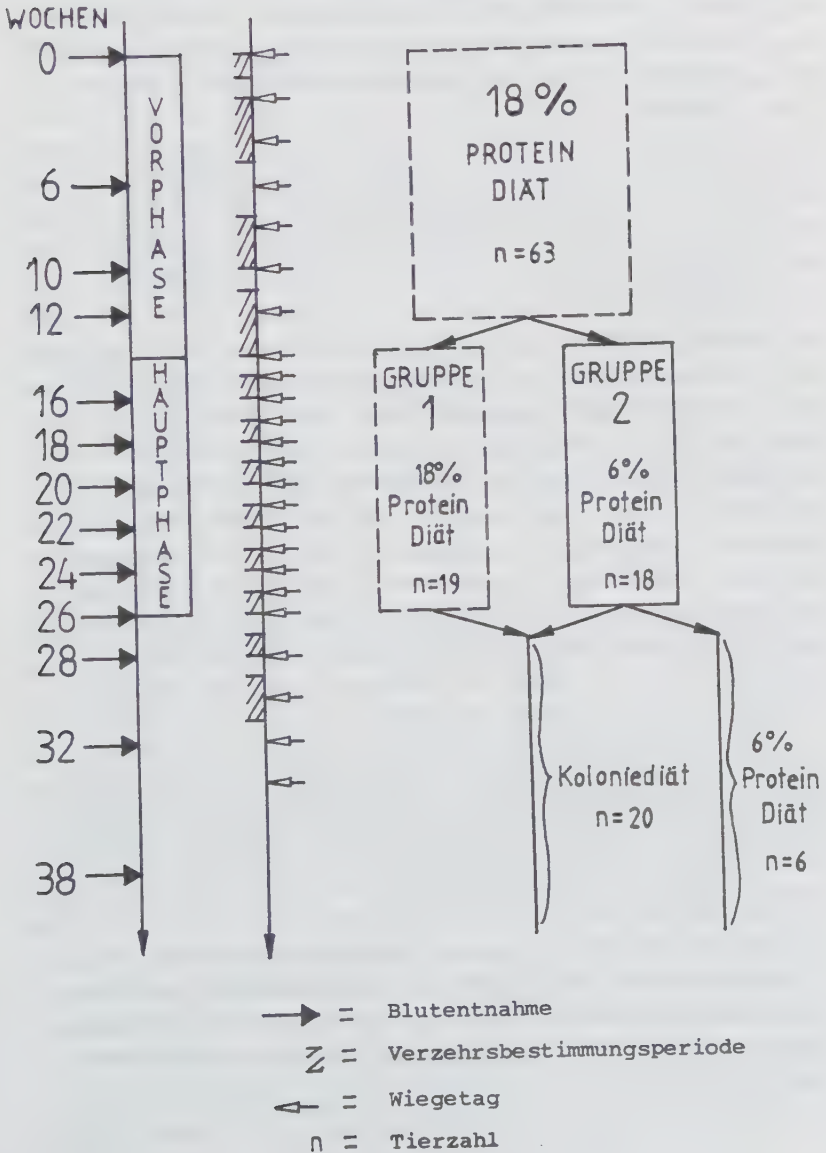
4.1.2. Versuchsplanung und Versuchsdurchführung

Nach einem Akzeptanztest von 5 Tagen wurde die Untersuchung gemäß dem Schema in Abb. 1 durchgeführt. In der Vorphase wurde den Versuchstieren eine halbsynthetische Diät mit einer Rohproteinkonzentration von 18% verfüttert, um einen einheitlichen Ausgangspunkt für den weiteren Versuchsablauf zu schaffen. Nach Ablauf der viermonatigen Vorphase wurden die Tiere in zwei Gruppen geteilt. Die Gruppe 1, 19 Tiere in 8 Käfigen, wurde weiterhin mit der 18% Protein-Diät gefüttert, während die Gruppe 2, 18 Tiere in 9 Käfigen, eine Diät mit 6% Protein erhielt. Bei der Gruppeneinteilung behielt man die Tiere, die in der Vorphase Gewichtsabnahmen, Durchfall oder schlechte Blutwerte hatten, in der Gruppe 1. Da der Gesundheitszustand dieser Tiere beeinträchtigt war und angesichts ihres hohen Wertes eine Einteilung in die Niedrigproteingruppe dadurch nicht zumutbar erschien, wirkte sich die vom Tiermaterial her unausgewogene Gruppeneinteilung auf die Untersuchungsergebnisse aus. Im späteren Verlauf des Versuches ergaben sich bei Gruppe 1 trotz höherer Proteingabe oft schlechtere Untersuchungsergebnisse als bei Gruppe 2. Sechs Tiere aus Gruppe 2 wurden über das Versuchsende hinaus mit der 6% Protein-Diät ernährt.

Eine Diät mit 9% wurde nach 8- bzw. 9wöchiger Verfütterung der 6% Protein-Diät bei 4 Tieren in 2 Käfigen eingesetzt, da 2 dieser Tiere ein schlechtes Allgemeinbefinden und schlechte Blutwerte hatten.

Aus dem Zeitschema sind Verzehrbestimmungsperioden, Wiegetage und Blutentnahmen ersichtlich.

Abb. 1: Versuchsablauf und Zeitschema



Der tägliche Pelletverzehr wurde aus der Differenz von Futtereinwaage und Futterrückwaage von Schale und Papier berechnet. Der Breiverzehr wurde ebenfalls aus der Differenz zwischen Breieinwaage und Breirückwaage am nächsten Morgen ermittelt. Die geringe Wasserverdunstung wurde nicht berücksichtigt.

Die Tiere wurden regelmäßig (siehe Schema) gewogen. Da der Wiegevorgang mit erheblicher Beunruhigung der Tiere verbunden ist, wurden trächtige Weibchen und Familien mit Neugeborenen bis zu 8 Wochen von dem Wiegevorgang ausgeschlossen.

Die Blutentnahmen, 3 in der Vorphase, 6 in der Hauptphase und 3 nach Versuchsende (siehe Schema), erfolgten aus der VENA FEMORALIS und wurden bei jedem Tier über ca. 250 g Körpergewicht durchgeführt, außer bei hochträchtigen Weibchen. Im Gegensatz zu den Angaben von GARCIA (1976) und McNEES et al. (1982) wurden die Tiere für die Blutentnahme weder sediert noch narkotisiert. Nach vorangegangenen Erfahrungen in der Kolonie wurde festgestellt, daß durch Übung die Blutentnahme schnell und ohne übermäßige Aufregung der Tiere durchgeführt werden kann. Allerdings war die Quote der Hämolysen an manchen Tagen hoch.

Die grobsinnliche Kotbeurteilung auf Farbe und Konsistenz wurde 2- bis 3mal pro Woche durchgeführt. Bei abweichender dunkler Färbung wurde zusätzlich der Hämoccult-Test durchgeführt. In der Hauptphase wurde dieser Test monatlich bei jedem Käfig durchgeführt.

Zur Beurteilung des Versuches wurden neben Verzehr, Gewichtsentwicklung der Tiere, Blutuntersuchungen und Kotbeschaffenheit auch Krankheits- und Todesfälle, Reproduktionsgeschehen und Entwicklung der Jungtiere herangezogen.

4.1.3. Versuchsdieten und Fütterung der Versuchstiere

Die Tiere bekamen die Versuchsdieten in pelletierter Form^{+) und täglich frisches Wasser ad libitum angeboten. Pellets mit Durchmesser 5 mm und ca. 2 cm Länge haben sich in der Kolonie schon seit einiger Zeit bewährt und haben folgende Vorteile: Sie sind auch von jüngeren Tieren gut zu greifen, problemlos zu lagern, und die tägliche Fütterung benötigt wenig Zeitaufwand. Großfamilien mit Jungtieren erhielten zusätzlich am späten Vormittag eine Portion Brei sowie im späteren Verlauf des Versuches die schwächeren Tiere. Der Brei wurde aus unpelletierter Versuchsdiet mit warmem Wasser frisch angerührt. Die für eine breiige Konsistenz optimalen Mehl-Wasser-Verhältnisse waren für die 18% Protein-Diet 1 : 2, für die 9% Protein-Diet 1 : 1,5 und für die 6% Protein-Diet 1 : 1. Nach Versuchsende bekamen die Tiere Koloniefutterpellets und einen Brei aus Koloniefuttermehl angerührt im Verhältnis 1 : 1,5. Zufütterungen jeglicher Art erfolgten nicht.}

Die Zusammensetzung der Versuchsdieten ist in Tabelle 1 angegeben.

Als Proteinquelle wurde Casein (Säurecasein EDIBLE SPRÜH, Fa. Meggle, Wasserburg, BRD) ausgewählt. Es stellt ein hochwertiges Milcheiweiß dar, das aus Magermilch durch Säurefällung, anschließendem Waschen, mechanischer Abtrennung und Spezialtrocknung gewonnen wird. Tabelle 4 zeigt die Zusammensetzung des verwendeten Caseins, gemäß einer Produktinformation der Firma. Der Rohprotein-gehalt beträgt 93,06% in der Trockensubstanz. In Tabelle 5 wird der Aminosäuregehalt des Säurecaseins und der Versuchsdieten angegeben. Die limitierenden Aminosäuren bei

^{+) Das Versuchsfutter wurde gemischt und pelletiert im Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der Tiermedizinischen Fakultät München.}

Casein sind Methionin und Cystein (MITCHELL, 1964). Die Diäten wurden mit DL-Methionin supplementiert, im Wert von 1,2% bis 1,5% des Rohproteingehaltes.

Als Kohlenhydratquellen dienten Saccharose, Glukose und Maisstärke, die in jeder Diät in gleichen Verhältnissen zueinander stehen. Fett wurde über Sojaöl und Kokosfett eingebracht und Rohfaser über Mikrozellulose. Tabelle 6 zeigt das Fettsäuremuster der 6% Protein-Diät.

Die Zusammensetzung der Vitamin- und Spurenelementvorbereitung ist in den Tabellen 2 und 3 angegeben und die wichtigsten Nährstoffgehalte der Diäten in Tabelle 7. Der Mineralstoffgehalt des Caseins und der Diäten wird in Tabelle 8 dargestellt. Das Ca/P-Verhältnis beträgt 1,3 bis 1,4. Da Casein phosphorreich ist, ist der Phosphorgehalt in der 18% Protein-Diät etwas höher als in der 6% und 9% Protein-Diät.

Das unpelletierte Futtermehl enthält 6% bis 8% und die Pellets 10% bis 13% Wasser.

Die Pelletierung der 18% Protein-Diät bereitete keine Schwierigkeiten. Da bei der 6% Protein-Diät der Zucker-gehalt wesentlich höher war, mußte die vor dem Pressen zugefügte Wassermenge auf 13% bis 15% erhöht werden. Der höhere Wassergehalt hatte zur Folge, daß die Pellets bröcklig und sehr kurz wurden. Durch die Wiederholung des Pelletiervorganges konnte aber die gewünschte Länge erreicht werden. Vor dem Abfüllen mußten die Pellets bei Raumtemperatur getrocknet werden.

Die vorhergehenden Erfahrungen mit der Pelletiermaschine bei der Herstellung von halbsynthetischen Diäten zeigen, daß eine Hitzeschädigung des Proteins nicht zu erwarten ist (SCHOEN, 1982). Bei einer Diät mit 12% Protein konnte SCHOEN eine Furosinbildung von 0,47% im Rohprotein nachweisen.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Versuchsdiäten

RP-Gehalt der Komponenten Diäten in Prozent	18%	6%	9%
Saccharose	18,0	22,5	21,0
Glukose	16,0	20,0	19,0
Maisstärke	22,7	28,4	27,3
Casein	20,9	6,9	10,5
Soyaöl	7,0	7,0	7,0
Kokosfett	5,0	5,0	5,0
Mikrozellulose	5,0	5,0	5,0
Vitaminvormischung ⁺)	0,5	0,5	0,5
Cholinchlorid	0,4	0,4	0,4
Spurenelement- vormischung ⁺⁺⁾	0,1	0,1	0,1
CaCO ₃	0,8	0,8	0,8
CaHPO ₄ x 2H ₂ O	1,2	1,2	1,2
NaCl	0,5	0,5	0,5
MgO	0,2	0,2	0,2
K ₂ HPO ₄	1,0	1,0	1,0
KaCl	0,4	0,4	0,4
DL-Methionin	0,3	0,1	0,1
	100,0	100,0	100,0

⁺) siehe Tabelle 2

⁺⁺⁾ siehe Tabelle 3

Tabelle 2: Die Vitaminvormischung (Basis Maisstärke)
enthält in 5 Gramm (= pro Kilogramm der
fertigen Diät):

Retinol	10.000 IE
Cholecalciferol	1.000 IE
α -DL-Tocopherolacetat	100 mg
Menadion	2 mg
Thiamin	5 mg
Riboflavin	10 mg
Pyridoxin	10 mg
Nicotinsäure	40 mg
Folsäure	4 mg
Ca-D-Pantothenat	20 mg
Cobalamin	50 mcg
Biotin	1 mg
Ascorbinsäure	2.000 mg

Tabelle 3: Die Spurenelementvormischung (Basis: Magnesiumoxid) enthält in 1 Gramm (= pro Kilogramm der fertigen Diät):

Fe	[aus Eisen(III)oxid]	100	mg
Mn	[aus Mangan(IV)oxid]	50	mg
Zn	(aus Zinkoxid)	100	mg
Cu	(aus Kupferoxid)	10	mg
Se	(aus Natriumselenit x 5H ₂ O)	0,1	mg
J	(aus Kaliumjodid)	1	mg
F	(aus Natriumfluorid)	2	mg
Mo	(aus Natriummolybdat x 2H ₂ O)	0,5	mg
Ni	(aus Nickelsulfat x 6H ₂ O)	0,1	mg
Cr	[aus Chrom(III)chlorid x 6H ₂ O]	0,5	mg

Tabelle 4: Zusammensetzung des Säurecaseins "EDIBLE SPRÜH"⁺

Trockensubstanz	mind.	90,0	%
Rohprotein (f = 6,25)	mind.	85,0	%
Fett	max.	1,5	%
Asche	max.	2,2	%
freie Säure	max.	0,2	%
pH	max.	4,9	

⁺) Produktinformation, Fa. Meggle, Wasserburg

Tabelle 5: Aminosäurengehalt des Säurecaseins^{+) und}
der Versuchsdiäten in mg/100 mg Rohprotein⁺⁺⁾

Aminosäure	Casein	6% RP Diät	18% RP Diät	9% RP Diät
Methionin	3,08	3,17	3,89	3,11
Asparaginsäure	7,83	6,67	6,22	6,33
Cystein	0,64	0,62	0,61	0,67
Threonin	4,66	5,00	4,61	4,67
Serin	5,95	6,50	6,17	6,67
Glutaminsäure	23,59	24,00	22,39	25,33
Prolin	12,79	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Glycin	1,96	2,17	2,00	2,11
Alanin	3,15	3,33	3,11	3,11
Valin	6,81	6,83	6,89	6,78
Isoleucin	5,59	6,00	5,61	5,67
Leucin	9,98	11,00	10,28	10,44
Tyrosin	6,21	6,00	5,83	6,00
Phenylalanin	5,55	6,00	5,61	5,67
Lysin	8,84	8,17	7,89	7,78
Histidin	3,19	3,50	3,11	3,11
Arginin	3,97	4,00	3,89	3,78

<sup>+) Säurecasein "Edible Sprüh", Fa. Meggle, Wasserburg,
BRD.</sup>

<sup>++) Die Analysen wurden im Institut für Physiologie,
Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie
der Tiermedizinischen Fakultät München durchgeführt.</sup>

Tabelle 6: Fettsäuremuster der 6% Protein-Diät⁺⁾

Fettsäure	Kurzform	Gehalt in Flächen-%
Caprinsäure	10 : 0	2,5
Laurinsäure	12 : 0	18,7
Myristinsäure	14 : 0	7,6
Palmitinsäure	16 : 0	10,4
Palmitoleinsäure	16 : 1	0,2
Stearinsäure	18 : 0	3,6
Ölsäure	18 : 1 n - 9	15,7
Vaccensäure	18 : 1 n - 7	1,1
Linolsäure	18 : 2 n - 6	33,8
Linolensäure	18 : 3 n - 3	4,9
Icosensäure	20 : 1 n - 9	0,2
übrige Fettsäuren		1,3

keine der "übrigen Fettsäuren" ist in einer Menge über 0,3% enthalten.

⁺⁾ Gaschromatographische Analyse wurde im Institut für Allgemeine und Analytische Chemie der Bundesanstalt für Fettforschung Münster durchgeführt.

Tabelle 7: Nährstoffgehalte der Versuchsdiäten
in Prozent der Trockensubstanz^{+))}

Nährstoff	18% RP Diät	6% RP Diät	9% RP Diät
Rohprotein	20,0	6,6	10,2
Rohfett	13,2	13,5	13,1
Rohfaser	4,0	4,0	4,6
Rohasche	4,4	3,9	4,3
Bruttoenergie kcal/g Trocken- substanz ⁺⁺⁾	5,12	5,00	5,08

^{+))} Weender-Futtermittelanalyse wurde im Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der Tiermedizinischen Fakultät München durchgeführt.

⁺⁺⁾ errechneter Wert (Bruttoenergiegehalt für Casein = 5,86 kcal/g)

Tabelle 8: Mengenelementgehalt des Säurecaseins⁺⁾
und der Diäten in Prozent der Trocken-
substanz

Mengenelemente	Säurecasein	Diäten
Kalzium	0,27	0,59 - 0,60 ⁺⁺⁾
Phosphor	0,71	0,42 - 0,50 ⁺⁺⁾
Natrium	0,01	0,20
Kalium	0,02	0,69
Magnesium	0,01	0,11
Chlorid	0,04	0,58

⁺⁾ gemäß Produktinformation, Fa. Meggle, Wasserburg, BRD

⁺⁺⁾ Analysen im Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie der Tiermedizinischen Fakultät München durchgeführt.
Restliche Werte nach eigenen Berechnungen.

4.1.4. Blutanalysen

Sofort nach der Blutentnahme wurde ca. 100 µl Blut für die hämatologische Untersuchung in mit getrocknetem EDTA präparierten EPPENDORF-Röhrchen gefüllt. Mit einem HAEMATOLOGY ANALYSER H A 5, CLAY ADAMS, wurden folgende Werte bestimmt: Hämatokrit, Erythrozyten-, Leukozytenzahl, Hämoglobin und mittleres Erythrozytenvolumen.

Das restliche Blut, 1 - 1,5 ml, ohne Antikoagulans, wurde bei 3500 U/min zentrifugiert und das Serum auf Harnstoff-N, Gesamteiweiß, Albumin/Globulin-Verhältnis, Kreatinin, Cholesterin, Cholinesterase, alkalische Phosphatase, Laktatdehydrogenase, GOT und GPT untersucht.^{+))} Die Bestimmungen wurden an kinetisch messenden Analysenautomaten (Spektralphotometer) vom Typ HITACHI 705 Modell BOEHRINGER MANNHEIM durchgeführt.

Harnstoff-N: Als Substrat wurde α -Ketoglutarat verwendet, das in Beisein von NH_4^+ und der Reagenzien NADH und GLDH in 2L-Glutamat umgewandelt wird. Zur Freisetzung von NH_4^+ wurde Urease verwendet. Die gebrauchsfertige Reagenzlösung enthält: NADH 0,23 mmol/l, GLDH 1,1 U/ml, Triäthanolamin-Puffer 150 mmol/l (pH 8,0) α -Ketoglutarat 13,8 mmol/l, ADP 1,5 mmol/l und Urease 8 U/ml. Zur Kalibrierung wurde Standard-Lösung Precimat[®] Harnstoff genommen (Harnstoffkonzentration 80 mg/dl). Das Inkubations- und Meßvolumen betrug 6000 µl zuzüglich der jeweiligen Serummenge, mit der die Reaktion gestartet wurde. Gemessen wurde gegen einen Leerwert, der kein Substrat enthielt. Die Messungen erfolgten in temperierten Küvetten der Schichtdicke 1 cm, bei 25°C und 340 nm. Die Extinktionsabnahme wurde in 15 Sekunden-Intervallen bei 5 Min. Inkubationszeit abgelesen.

Die Harnstoff-N-Konzentration (c) im Serum wurde nach folgender Berechnung ermittelt:

$$c = 80 \times \frac{\Delta E \text{ Probe}}{\Delta E \text{ Standard}} \times 0,467 \text{ (mg/dl)}$$

$\Delta E \text{ Probe}$ = Extinktionsabnahme der Probe

$\Delta E \text{ Standard}$ = Extinktionsabnahme der Standard-Lösung

0,467 = Umrechnungsfaktor für Stickstoff (N)

^{+))} Die Untersuchungen wurden von Prof.Dr.Horn in der Medizinischen Klinik Innenstadt der Univ.München durchgeführt.

Gesamteiweiß wurde nach der Biuret-Methode bestimmt.

Die Ansätze enthielten in dem Leerwert-Reagenz:

NaOH 1,0 mol/l, K-Na-tartrat 20 mmol/l und EDTA

100 mmol/l und im Biuret-Reagenz: NaOH 1,0 mol/l,

K-Na-tartrat 20 mmol/l, EDTA 100 mmol/l, KJ 18,75 mmol/l

und Kupfersulfat 7,5 mmol/l. Zur Kalibrierung wurde

Kalibrationsserum verwendet. Die Extinktionsänderung wurde

bei 25°C und 600 nm abgelesen. Das Meßvolumen betrug

710 µl einschließlich Serum.

Albumin-Globulin-Verhältnis: Wurde nach der elektrophoretischen Auftrennung des Serumweißes in Albumin (%) und α -, β - und γ -Globuline (%) berechnet. Es wurde nach der Ponceau-S-Färbung eine Acetatfolienelektrophorese durchgeführt.

Kreatinin: Die Kreatininkonzentration im Serum wurde durch die Geschwindigkeit der Farbstoffentwicklung (Kreatinin + Pikrat in alkalischer Lösung, Jaffé-Methode) pro Zeiteinheit bestimmt. Das Inkubations- und Meßvolumen betrug 440 µl. Die Messung der Extinktionsänderung erfolgte unter den gleichen Bedingungen wie bei Harnstoff-N, allerdings bei 570 nm.

Cholesterin wurde im enzymatischen Farb-Test nach der CHOD-PAP-Methode bestimmt. Die Messung gegen den Reagenz-Leerwert wurde nach 5 Minuten Inkubation bei 37°C, Wellenlänge 500 nm in Küvetten der Schichtdicke 1 cm durchgeführt. Das Meßvolumen betrug 4,02 ml zuzüglich der Serummenge. Die Konzentration des Cholesterins in der Probe wurde einer Tabelle (Werte-Tabelle, Monotest® Cholesterin, Boehringer Mannheim) entnommen.

Cholinesterase wurde im enzymatischen Farb-Test bestimmt. Als Substrat wurde S-Butyrylthiocholinjodid verwendet, das von der Cholinesterase des Serums sehr leicht gespalten wird. Als Indikator diente 5,5'-Dithiobis-2-nitrobenzoat, das durch freigesetztes Thiocholin zum gelb gefärbten 5-Mercapto-2-nitrobenzoat reduziert wird. Aus der Geschwindigkeit der Farbbildung ergibt sich die Enzymaktivität. Das Meßvolumen betrug 2,11 ml zuzüglich Serum. Die Extinktionsmessung wurde bei Wellenlänge 405 nm und 25°C ausgeführt. Die Volumenaktivität wurde nach Tabelle (Cholinesterase, Merkotest®, Diagnostica MERCK) ermittelt.

Alkalische Phosphatase: Als Substrat wurde p-Nitrophenylphosphat verwendet, das von der alkalischen Phosphatase in Phosphat und p-Nitrophenol gespalten wird. Die Aktivität des Enzyms wird durch die Zunahme von p-Nitrophenol pro Zeiteinheit bestimmt. Das Meßvolumen betrug 3,05 ml zuzüglich Serum. Die Messung wurde bei Wellenlänge 405 nm und 25°C durchgeführt. Die Extinktionsdifferenz pro Min.

wurde 3mal abgelesen. Die Aktivität der alkalischen Phosphatase in der Probe wird wie folgt berechnet:
 $U/l (25^{\circ}C) = 3300 \times \Delta E/min$, ($\Delta E/min$ = Mittelwert der Extinktionsdifferenzen pro Minute).

Laktatdehydrogenase, GOT und GPT: Die Aktivität dieser Enzyme im Serum wurde bei Substratsättigung und Standardbedingungen durch die Zunahme von $NADH + H^{+}$ pro Zeiteinheit bestimmt. Das Inkubations- und Meßvolumen betrug 3,0 ml für GOT und GPT und 2,6 ml für LDH. Die Messung erfolgte in Küvetten der Schichtdicke 1 cm bei $25^{\circ}C$ und 340 nm. Die Extinktionsänderung wurde wie bei der alkalischen Phosphatase abgelesen. Zur Berechnung der Enzymaktivität wurden folgende Berechnungen verwendet: $U/l (25^{\circ}C) = 4127 \times \Delta E/min$ für LDH, $U/l (25^{\circ}C) = 952 \times \Delta E/min$ für GOT und GPT ($\Delta E/min$ = Mittelwert der Extinktionsdifferenzen pro Minute).

4.1.5. Statistik

Die Ergebnisse sind als Mittelwerte, meist mit Standardabweichung, angegeben. In manchen Fällen wurden die Extremwerte angegeben. Unterschiede der gemessenen Blutparameter zwischen den zwei Diäten wurden mit dem U-Test für unabhängige Stichproben nach Wilcoxon, Mann und Whitney auf Signifikanz geprüft. Der Zusammenhang zwischen zwei Parametern wurde mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten von Pearson und Bravias getestet.

Nur die Versuchstiere, die jeweils die ganze Vor- bzw. Hauptphase mitgemacht hatten, wurden zur Auswertung herangezogen. Die Zeiten, in denen Weibchen trächtig waren, wurden nicht berücksichtigt.

4.2. Versuchsergebnisse

4.2.1. Verzehr

Zur Angabe des Verzehrs in Prozent des Körpergewichts wurde die durchschnittliche Futteraufnahme in Gramm pro Tier und Tag in Relation zum durchschnittlichen Körpergewicht der Tiere für die jeweilige Versuchsphase gesetzt.

Tabelle 9 gibt den durchschnittlichen Pellet- und Breiverzehr und die Extremwerte in Prozent des Körpergewichts an. Der Futterverzehr der Versuchstiergruppe 2, die in der Hauptphase die 6% Protein-Diät bekam, unterscheidet sich im Durchschnitt nicht vom Verzehr der Tiere, die weiter die 18% Protein-Diät bekamen. Tabelle 10 enthält den durchschnittlichen Verzehr eines adulten Tieres von ca. 430 g Körpergewicht. Der tägliche Verzehr der Gruppe 2 lag in der Hauptphase mit der 6% Protein-Diät nur um 0,5 g über dem in der Vorphase, als die Tiere die 18% Protein-Diät bekamen. Der Breiverzehr lag bei den Tieren der Gruppe 2 höher als bei denen der Gruppe 1.

Der wöchentliche Durchschnittsverzehr und die Gewichtsentwicklung der Tiere der Gruppe 1 bzw. 2 in der Hauptphase sind zusammen in Abb. 2 (a bzw. b) dargestellt. Im Gegensatz zur Gruppe 1, die die 18% Protein-Diät bekam und einen gleichbleibenden Verzehr aufweist, sind bei Gruppe 2 größere Schwankungen des durchschnittlichen wöchentlichen Futterverzehrs zu sehen. Diese Schwankungen des Futterverzehrs haben keinen deutlichen Einfluß auf das Körpergewicht.

Die Gewichtsentwicklung und der Verzehr in Prozent des Körpergewichts der Gruppe 2 in der Vor- und Hauptphase ist aus Abb. 3 ersichtlich. Am Anfang der Vorphase haben die wöchentlichen Durchschnittswerte des Futterverzehrs in Prozent des Körpergewichts die höchsten Standardabweichungen, da die Streuung sowohl individuell als auch

Tabelle 9: Durchschnittlicher Verzehr von Pellets und Brei
pro Tier und Tag in Prozent des Körpergewichts

Gruppe	1		2	
	18%	18%	18%	6%
Proteingehalt der Diät			VPh	HPH
Versuchsphase				
Tierzahl	4 +)	6	12	14
Verzehr	4,4 4,0-4,9	4,4 3,8-5,1	4,4 3,4-5,9	4,4 3,4-5,6
Durchschnittliches Körpergewicht in g	440 ±34	428 ±34	443 ±61	449 ±64

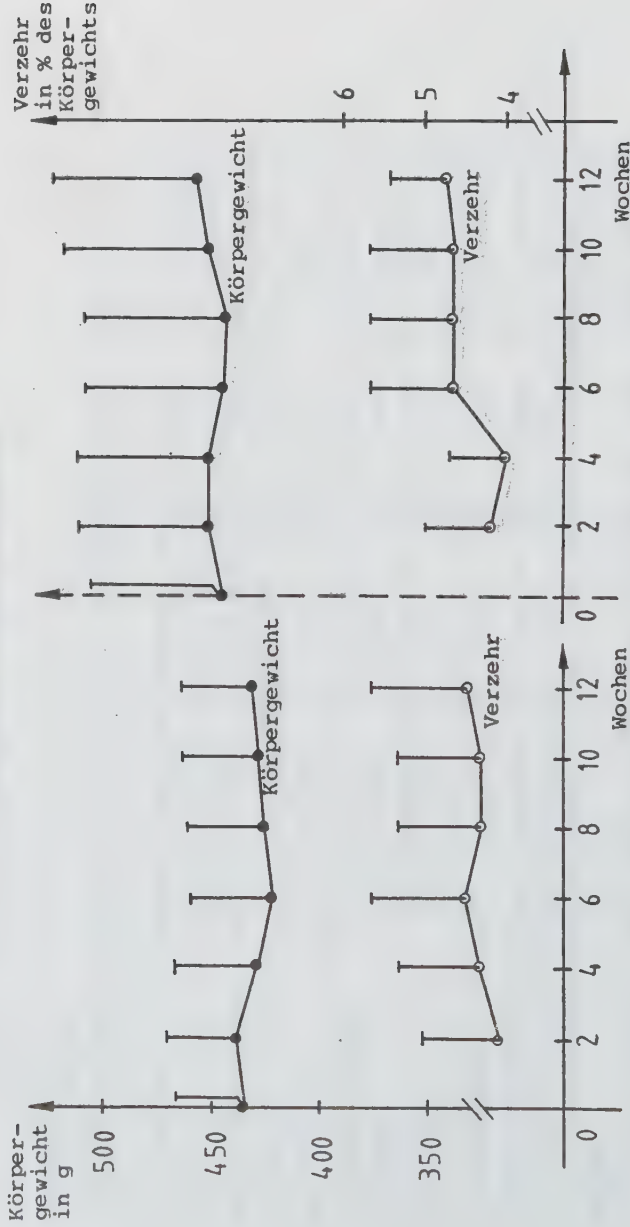
+) n = 4, da zwei Käfige wegen Trächtigkeit der Weibchen nicht berücksichtigt wurden.

Tabelle 10: Durchschnittlicher Verzehr pro adultes *Saginus fuscicollis*
(430 g Körpergewicht) und Tag (in g Trockensubstanz)

Gruppe	1		2
	18%	18%	18%
Proteingehalt der Diät			6%
Versuchsphase	VPh	HPh	VPh
Tierzahl	4 +)	6	12
Pellets und Brei	19,5	18,9	19,5
	17,5-21,5	16,1-22,0	15,3-26,3
Pellets	14,8	15,7	17,8
	8,2-21,5	12,5-22,0	15,3-26,3
Brei	9,6	4,8	10,0
	0 - 9,6	0 - 6,0	0 - 10,0
			16,3
			8,5-23,0
			9,7
			0 - 10,9

+) n = 4, da zwei Käfige wegen Trächtigkeit der Weibchen nicht berücksichtigt wurden.

Abb. 2 (a und b): Gewichtsentwicklung und Verzehr in der Hauptphase bei den Tieren der Gruppe 1 (a) und der Gruppe 2 (b)

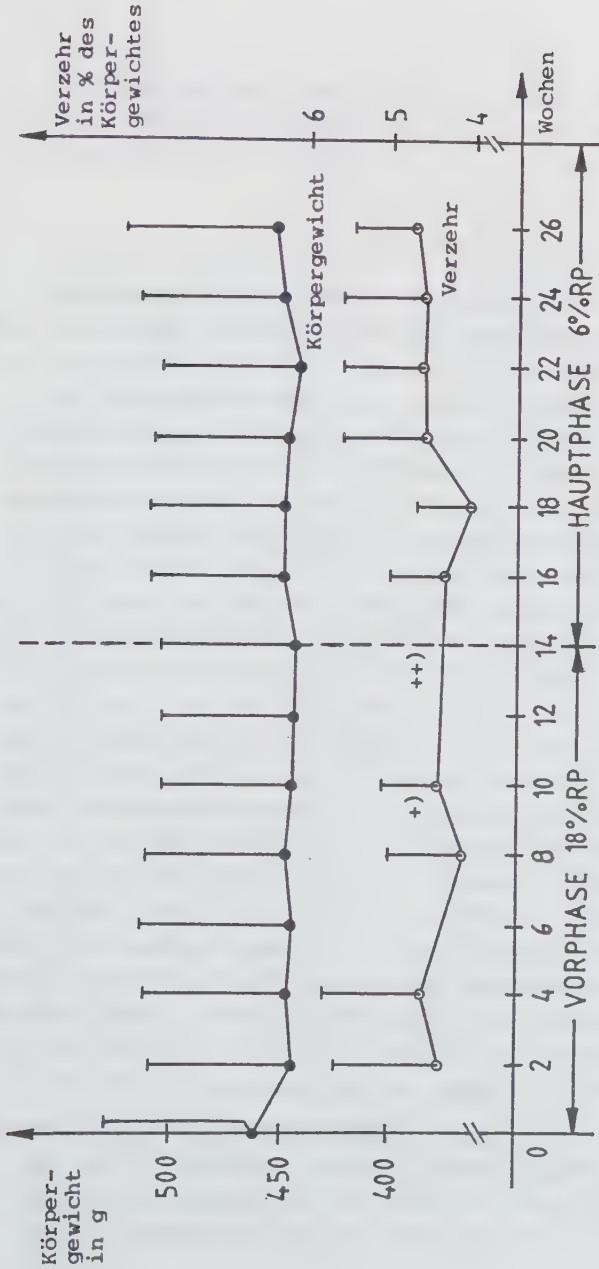


a: 18% → 18% RP (n = 6)

b: 18% → 6% RP (n = 14)

Standardabweichungen wurden nur in einer Richtung eingezeichnet; n = Tierzahl

Abb. 3: Gewichtsentwicklung und Verzehr der Gruppe 2



+) 2. bis 10. Woche $n = 10$

++) 10. bis 14. Woche $n = 12$ (14. bis 26. Woche $n = 14$)

Standardabweichungen wurden nur in einer Richtung eingezeichnet; n = Tierzahl

zwischen den Tieren hoch war.

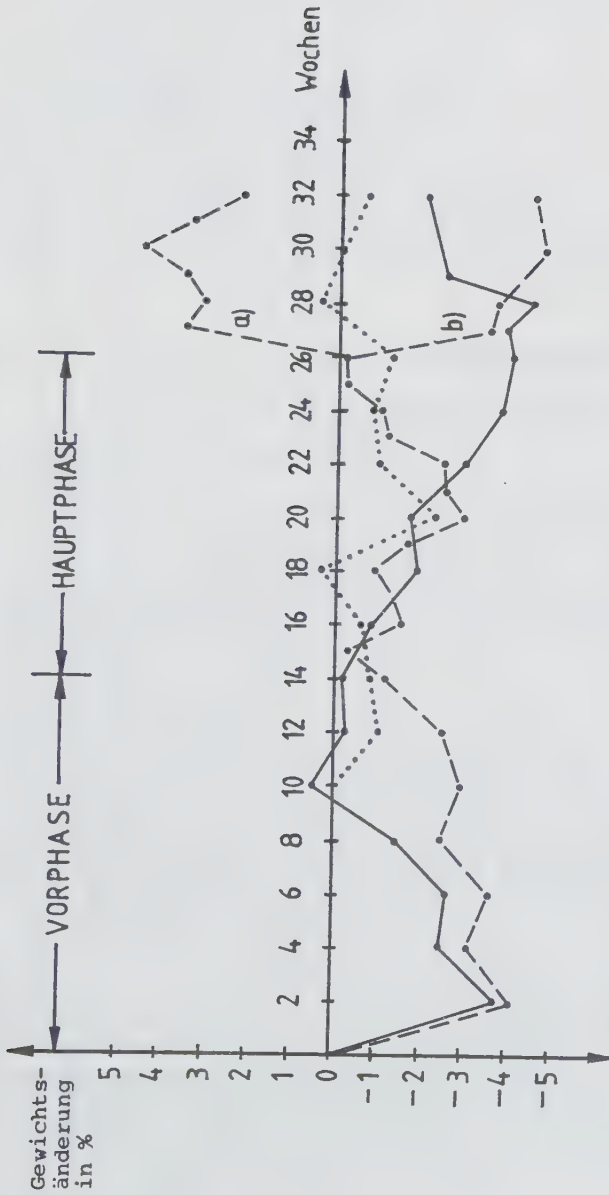
Die Futteraufnahme der vier Tiere, die eine 9% Protein-Diät bekamen, war mit 4,7% des Körpergewichts pro Tier und Tag in etwa der bei den anderen Diäten gleich.

4.2.2. Gewichtsentwicklung

Die prozentuale Gewichtsentwicklung der erwachsenen Tiere, die den ganzen Versuch mitgemacht hatten, ist aus Abb. 4 ersichtlich. Fast alle Durchschnittsgewichte lagen während des Versuches unter dem Ausgangsgewicht. Nach einer anfänglichen Körpergewichtsabnahme um durchschnittlich fast 4% stabilisierten sich die Gewichte in der Vorphase und zeigten zwei Monate nach Verfütterung der 18% Protein-Diät einen leichten Aufwärtstrend. In vielen Fällen wurde das Anfangsgewicht wieder erreicht und teilweise sogar überschritten. In den ersten 8 Wochen der Hauptphase ähnelten sich die Gewichte bei den Tieren der Gruppe 1 und 2 und verliefen zwischen 0,5% und 3% unter den Ausgangswerten. Wie auch bei den Kontrolltieren ersichtlich, sind Gewichtsschwankungen von $\pm 1 - 3\%$ bei dieser Spezies keine Seltenheit. Erst vier Wochen vor Versuchsende zeigt sich ein unterschiedlicher Verlauf der beiden Kurven. Die Gewichtsabnahmen in der Gruppe 1 stehen in keiner Beziehung zum Futterverzehr. Zwei dieser Tiere erkrankten an Durchfall, wurden aber mit Antibiotika behandelt und im Versuch behalten und trugen mit Gewichtsabnahmen von 1,3% und 11,9%, bezogen auf das Anfangsgewicht, zum Abfall der Kurve bei. Nach Versuchsende erhielten drei Käfige mit sechs Tieren weiterhin die 6% Protein-Diät, daher die Verzweigung auf der Abb. 4.

Von vier anfänglich im Versuch befindlichen Jungtieren sind zwei nach 43 bzw. 53 Tagen gestorben. Eines der restlichen Jungtiere sowie die im Versuch geborenen bekamen die 18% Protein-Diät in der Hauptphase und das

Abb. 4: Gewichtsentwicklung der Tiere in Prozent des Anfangsgewichtes



—•— Gruppe 1: 18% → 18% RP (n=8)
 - - - Gruppe 2: 18% → 6% RP (n=14)
 Kontrolltiere: Koloniediät (n=6)

a) n = 6 weiter 6% RP
 b) n = 8 umgestellt auf Koloniediät
 n = Tierzahl

andere Jungtier wurde im Alter von 6 Monaten für 5 Wochen mit der 6% Protein-Diät ernährt. Danach bekam es eine 9% Protein-Diät, da sich seine Blutwerte verschlechtert hatten. Sein Wachstumsverlauf unterschied sich nicht von dem der Jungtiere, die die 18% Protein-Diät bekamen und auch nicht von dem der vier Kontrolljungtiere aus der Kolonie. Die zwei versuchsgeborenen Jungtiere erreichten erst kurz vor Ende des Versuchs das Alter von 8 Wochen, mit dem sie erstmalig bedenkenlos gewogen werden können. Ihre weitere Entwicklung verlief normal.

4.2.3. Blutuntersuchung

4.2.3.1. Serum-Untersuchung

Die Ergebnisse der Serumanalysen beinhalten die Werte von erwachsenen Tieren.

Aufschluß über die Auswirkung der Diäten auf den Protein-stoffwechsel geben in erster Linie Harnstoff-N, Gesamt-eiweiß und Albumin/Globulin-Verhältnis. Als Mittelwerte pro Versuchsphase sind diese Serumparameter in Tabelle 11 angegeben.

Der Harnstoff-N-Gehalt im Serum der Gruppe 2 ist in der Hauptphase stark abgesunken (siehe Abb. 5). Es wurde ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0.025$) zu den Werten derselben Tiere in der Vorphase und nach Versuchsende festgestellt sowie zur Gruppe 1 in der Hauptphase und zu den Kontrolltieren. Die Tiere der Gruppe 1 weisen in den letzten 4 Wochen der Hauptphase einen leichten Abfall der Harnstoff-N-Werte im Serum auf.

Der Gesamteiweißgehalt im Serum (siehe Abb. 6) blieb während des Versuches relativ konstant und auch zwischen den Gruppen und zu den Kontrolltieren bestanden keine Unterschiede.

Tabelle 11: Die wichtigsten Serumparameter während der Versuchsdauer

Gruppe	1			2			Kontroll- tiere
	18% RP	18% RP	Kolonie- futter	18% RP	6% RP	Kolonie- futter	
Diät							Kolonie- futter
Zahl der Messungen	19-22	44-46	19-21	31-40	75-83	20-24	50-57
Harnstoff-N mg/dl	24,6 +7,9	23,5 ^b +6,5	25,7 +8,8	25,4 ^a +6,5	11,0 ^{ab} +4,2	30,6 ^a +5,6	27,9 ^b +10,6
Gesamteiweiß g/dl	7,0 +0,8	6,8 +0,7	6,6 +0,9	6,9 +0,7	6,9 +0,9	7,1 +0,9	7,1 +0,7
Albumin/ Globulin- Verhältnis	1,56 +0,2	1,43 +0,2	1,51 +0,2	1,54 +0,3	1,58 +0,3	1,43 +0,3	1,43 +0,2

a signifikant verschieden innerhalb einer Gruppe ($p \leq 0,025$)

b signifikant verschieden zwischen den Gruppen ($p \leq 0,025$)

Abb. 5: Der Harnstoff-N-Gehalt im Serum während der Versuchszeit

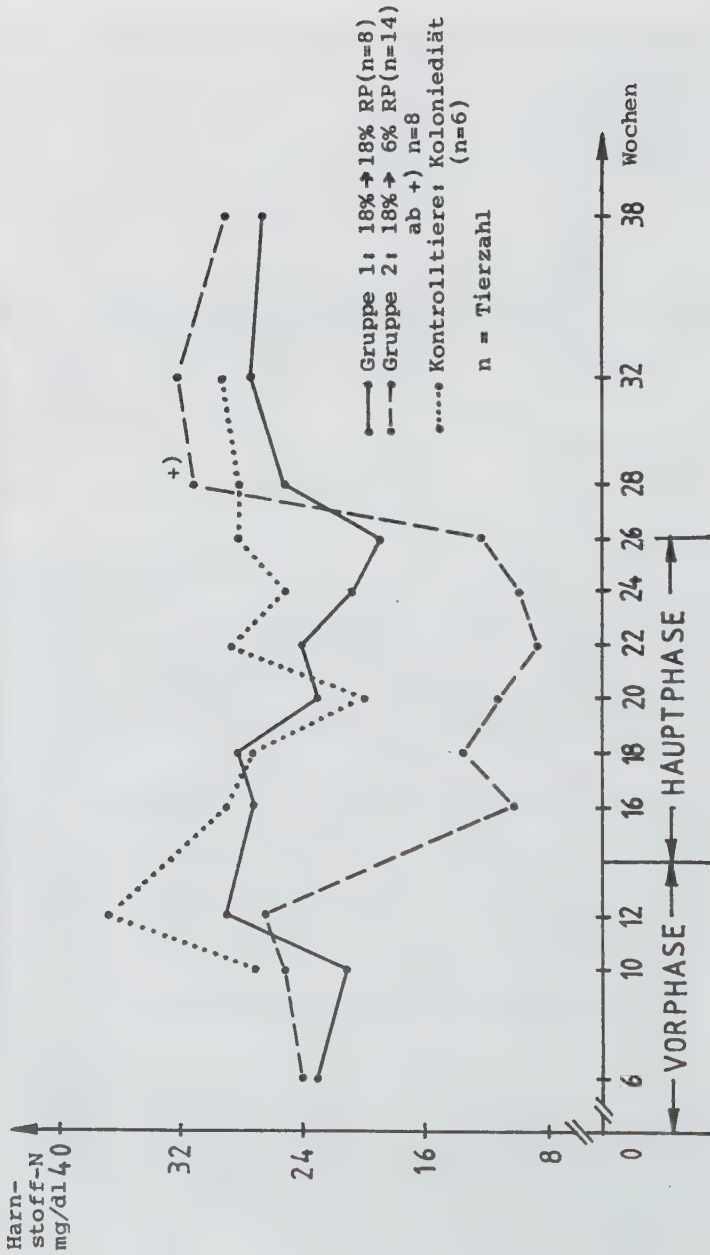


Abb. 6: Verlauf des Gesamteiweißgehaltes im Serum

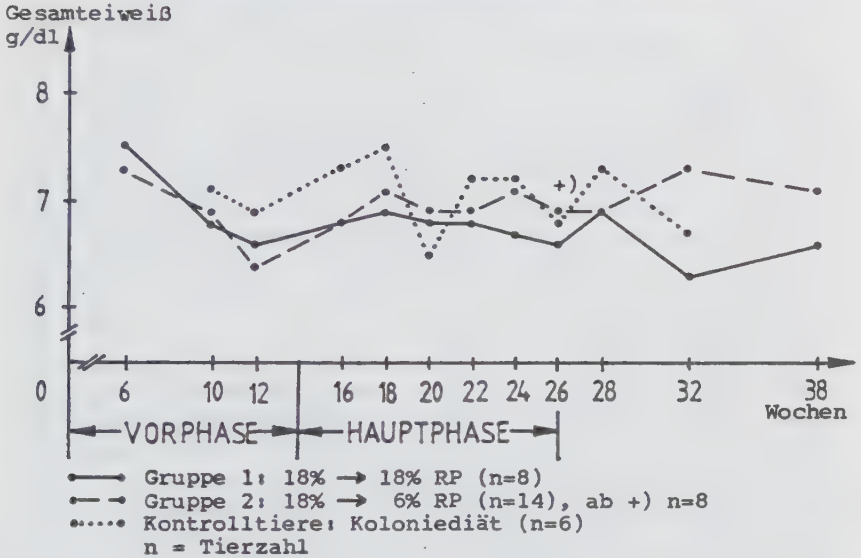
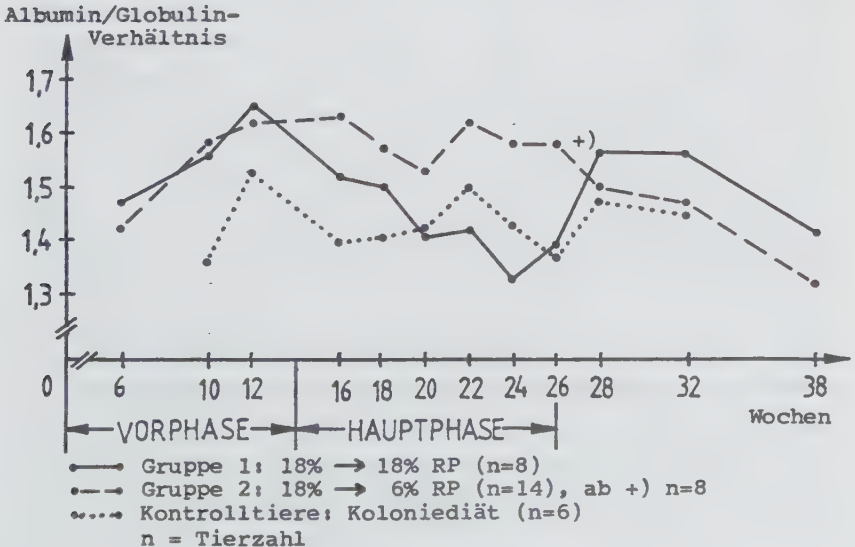


Abb. 7: Verlauf des Albumin/Globulin-Verhältnisses im Serum



Das Albumin/Globulin-Verhältnis lag bei der Gruppe 2 während der Hauptphase (6% Protein) etwas höher als in Gruppe 1, allerdings nicht signifikant. In der 18% Protein-Gruppe bestand ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,025$) zwischen der III. Blutentnahme in der Vorphase und der VIII. Blutentnahme in der Hauptphase. Zu Versuchsende lag bei dieser Gruppe das Albumin/Globulin-Verhältnis im Durchschnitt um 5,3% niedriger als zu Versuchsbeginn. Zwischen den Gruppen und innerhalb der Gruppe 2 waren keine Unterschiede. Der Verlauf des Albumin/Globulin-Verhältnisses im Serum ist aus Abb. 7 ersichtlich.

Einen Gesamtüberblick über alle untersuchten Serumparameter, jeweils pro Versuchsphase zusammengefaßt, gibt Tabelle 12. Im Anhang sind die Mittelwerte und Standardabweichungen jeder einzelnen Blutentnahme aufgeführt (Tab. I - IV; Kontrolltiere Tab. V). Die schwankende Anzahl der untersuchten Proben innerhalb einer Versuchsphase ist durch teilweise ungenügende Serummengen bedingt.

Die alkalische Phosphatase (AP) liegt im Durchschnitt bei den Tieren der Gruppe 1 über die gesamte Versuchsdauer höher als bei Gruppe 2. In der Hauptphase und bis zwei Wochen nach Umstellung auf Koloniediät unterscheiden sich die AP-Werte der Gruppe 1 von denen der Gruppe 2 signifikant ($p \leq 0,025$), aber innerhalb der Gruppen ergibt sich keine Änderung im Laufe der Versuchsphasen. Erst sechs Wochen nach Ende des Versuches sind die Werte nicht mehr signifikant verschieden, aber der Durchschnittswert liegt bei der ehemaligen Gruppe 1, die die 18% Protein-Diät bekam, noch um ca. 100 U/l höher als bei Gruppe 2, die die 6% Protein-Diät verfüttert bekam. Bei diesem Enzym waren die größten individuellen Schwankungen zu verzeichnen.

Der Kreatinin-Spiegel war relativ konstant in den beiden Gruppen in allen Versuchsphasen und nach Versuchsende mit

Tabelle 12: Durchschnittliche Serumwerte
während des Versuches

Gruppe	1			2			Kontroll- tiere
Versuchs- phase Diät	VPh 18% RP	HPh 18% RP	Kolo- nie- futter	VPh 18% RP	HPh 6% RP	Kolo- nie- futter	Kolonie- futter
Zahl der Messungen	19-22	44-46	19-21	31-40	75-83	20-24	50-57
Harnstoff- N mg/dl	24,6 ±7,9	23,5 ^b ±6,5	25,7 ±8,8	25,4 ^a ±6,5	11,0 ^{ab} ±4,2	30,6 ^a ±5,6	27,9 ^b ±10,6
Kreatinin U/l	0,7 ±0,1	0,7 ±0,1	0,7 ±0,1	0,7 ±0,1	0,7 ±0,1	0,8 ±0,1	0,7 ±0,1
GOT U/l	71 ±17	80 ±22	68 ±22	79 ±18	77 ±17	76 ±24	69 ±29
GPT U/l	31 ±13	30 ±15	21 ±15	44 ±23	26 ±16	24 ±12	22 ±16
alk. Phosph. U/l	409 ±145	438 ^b ±167	368 ±187	303 ±100	294 ^b ±81	201 ±70	194 ±48
Cholin- esterase KU/l	1,6 ±0,6	1,6 ±0,6	1,8 ±0,7	2,4 ±1,5	2,4 ±1,6	2,7 ±1,9	2,7 ±2,1
LDH U/l	270 ±74	307 ±101	314 ±128	333 ±138	286 ±97	263 ±100	247 ±139
Gesamt- eiweiß g/dl	7,0 ±0,8	6,8 ±0,7	6,6 ±0,9	6,9 ±0,7	6,9 ±0,9	7,1 ±0,9	7,1 ±0,7
Cholesterin mg/dl	77 ±23	107 ±41	100 ±35	83 ^a ±29	105 ^a ±23	103 ±10	103 ±24
Alb./ Glob.	1,56 ±0,2	1,43 ±0,2	1,51 ±0,2	1,54 ±0,3	1,58 ±0,3	1,43 ±0,3	1,44 ±0,2

a signifikant verschieden innerhalb einer Gruppe
($p \leq 0,025$)

b signifikant verschieden zwischen den Gruppen
($p \leq 0,025$)

einem Durchschnittswert von 0,7 mg/dl. Eine Ausnahme machen die Tiere der Gruppe 1 mit einem Mittelwert von 0,5 mg/dl vier Wochen nach Beginn der Hauptphase.

Der Cholesterin-Spiegel, am Anfang relativ niedrig in beiden Versuchsgruppen (Mittelwert 77 mg/dl und 83 mg/dl) im Vergleich zu den Kontrolltieren (Mittelwert 103 mg/dl), steigt in der Hauptphase bei der 6% Protein-Gruppe auf einen Durchschnittswert von 105 mg/dl, im Einzelfall bis 164 mg/dl, an. Die Werte in der Vorphase (II. und III. Blutentnahme) unterscheiden sich signifikant ($p \leq 0,025$) von einem Wert in der Hauptphase (VII. Blutentnahme) bei der Gruppe 2. Auch bei den Tieren der Gruppe 1 stieg der Spiegel in der Hauptphase an, allerdings nicht signifikant. Die im Laufe des Versuches erreichten Cholesterinwerte liegen aber durchaus im Bereich der Norm (siehe Kontrolltiere).

Die restlichen untersuchten Enzyme: Serum-GOT, Serum-GPT, Laktatdehydrogenase und Cholinesterase waren in der 6% Protein-Gruppe zwischen der Vor- und Hauptphase nicht signifikant unterschiedlich und auch nicht zwischen den zwei Gruppen.

4.2.3.2. Hämatologische Untersuchung

Die Ergebnisse der hämatologischen Untersuchungen der erwachsenen Tiere sind, nach Versuchsphasen zusammengefaßt, in Tabelle 13 angegeben. Die Einzelwerte pro Blutentnahme sind den Tabellen VI, VII und VIII im Anhang zu entnehmen.

Während des Versuches ist die Erythrozytenzahl von 6,8 bzw. $6,5 \times 10^6/\text{mm}^3$ bei Gruppe 1 bzw. 2 auf 6,2 bzw. $6,3 \times 10^6/\text{mm}^3$ gesunken, was dem durchschnittlichen Wert bei den Kontrolltieren entspricht. Der bei beiden Gruppen nach Versuchsende erfolgte Anstieg auf $6,7 \times 10^6/\text{mm}^3$ Erythrozyten war nicht signifikant, da der niedrigere Wert in der Hauptphase nur von wenigen extremen Tieren herrührt. Die

Tabelle 13: Durchschnittliche Hämatologiewerte während der Versuchsdauer

Gruppe	1			2			Kontroll- tiere
	18% RP	18% RP	Kolonie- futter	18% RP	6% RP	Kolonie- futter	
Diät							Kolonie- futter
Zahl der Messungen	17	44	20	32-34	78	24	56-57
Erythrozyten $\times 10^6/\text{mm}^3$	6,8 $\pm 0,9$	6,2 $\pm 1,2$	6,7 $\pm 0,8$	6,5 $\pm 0,6$	6,3 $\pm 1,0$	6,7 $\pm 0,6$	6,3 $\pm 1,2$
Mittl.Erythrozy- tenvolumen μm^3	82 ± 11	77 ± 14	77 ± 7	90 ^a ± 4	84 ± 7	75 ^a ± 6	82 ± 7
Hämatokrit %	56,7 $\pm 10,0$	48,0 $\pm 12,3$	52,2 $\pm 6,3$	58,9 $\pm 5,9$	52,7 $\pm 9,1$	50,0 $\pm 3,1$	52,0 $\pm 10,3$
Leukozyten $\times 10^3/\text{mm}^3$	10,4 $\pm 4,6$	10,8 ^b $\pm 4,0$	9,2 $\pm 5,3$	6,7 ^a $\pm 2,6$	4,6 ^{ab} $\pm 2,2$	7,3 ^a $\pm 3,0$	6,2 ^b $\pm 2,8$
Hämoglobin g/dl	17,5 ^a $\pm 3,5$	15,1 ^a $\pm 3,3$	15,3 $\pm 2,6$	18,3 ^a $\pm 2,7$	17,6 ^a $\pm 2,7$	14,8 ^a $\pm 1,3$	17,8 $\pm 3,3$

a signifikant verschieden innerhalb einer Gruppe ($p \leq 0,025$)

b signifikant verschieden zwischen den Gruppen ($p \leq 0,025$)

Erythrozytenzahl war innerhalb der Gruppen sowie zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich.

Wie aus Tabelle 13 ersichtlich, war der Wert des Hämatokrits bei den Versuchstieren sowohl in der Vorphase als auch in der Hauptphase durchaus im Normbereich (siehe Kontrolltiere). Der bei Gruppe 1 erfolgte Abfall in der Hauptphase war nicht signifikant. Aus Abb. 8 ist der Verlauf des Hämatokrits im Versuch ersichtlich. Bei der Gruppe 1 war der Abfall mit 15% in der Hauptphase stärker als bei Gruppe 2 mit 11%.

Dem leichten, kontinuierlichen Abfall des Hämatokrits entsprechend sinkt auch der durchschnittliche Hämoglobingehalt (siehe Abb. 9). Der Hämoglobingehalt sinkt in den beiden Gruppen signifikant ($p \leq 0,025$) in der Hauptphase. Der nach Versuchsende weiter abgesunkene Wert der Gruppe 2 ist signifikant verschieden ($p \leq 0,025$) von den Werten dieser Gruppe in der Vorphase.

Das durchschnittliche mittlere Erythrozytenvolumen sinkt von $82 \mu\text{m}^3$ bzw. $90 \mu\text{m}^3$ bei der Gruppe 1 bzw. 2 in der Vorphase auf $77 \mu\text{m}^3$ bzw. $84 \mu\text{m}^3$ in der Hauptphase und entspricht damit etwa dem Durchschnittswert der Kontrolltiere. Als signifikant ($p \leq 0,025$) erwies sich der Abfall des mittleren Erythrozytenvolumens bei der ehemaligen Gruppe 2, die 6% Protein bekam, nach Versuchsende. Dies spricht für eine größere Zahl junger Erythrozyten als Reaktion auf einen subanämischen Zustand.

Die durchschnittliche Leukozytenzahl und ihr Verlauf im Versuch ist in Abb. 10 zu sehen. In der 18% Protein-Gruppe bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsphasen. Allerdings war die Leukozytenzahl in dieser Gruppe mit $10,8 \times 10^3/\text{mm}^3$ in der Hauptphase signifikant ($p \leq 0,025$) höher als die durchschnittliche Leukozytenzahl in Gruppe 2 mit $4,6 \times 10^3/\text{mm}^3$ und bei den Kontrolltieren. Bei der 6% Protein-Gruppe fiel die Leukozytenzahl von $6,7 \times 10^3/\text{mm}^3$ in der Vorphase auf $4,6 \times 10^3/\text{mm}^3$ Leukozyten in der Hauptphase signifikant ($p \leq 0,025$).

Abb. 8: Verlauf des Hämatokrits im Versuch

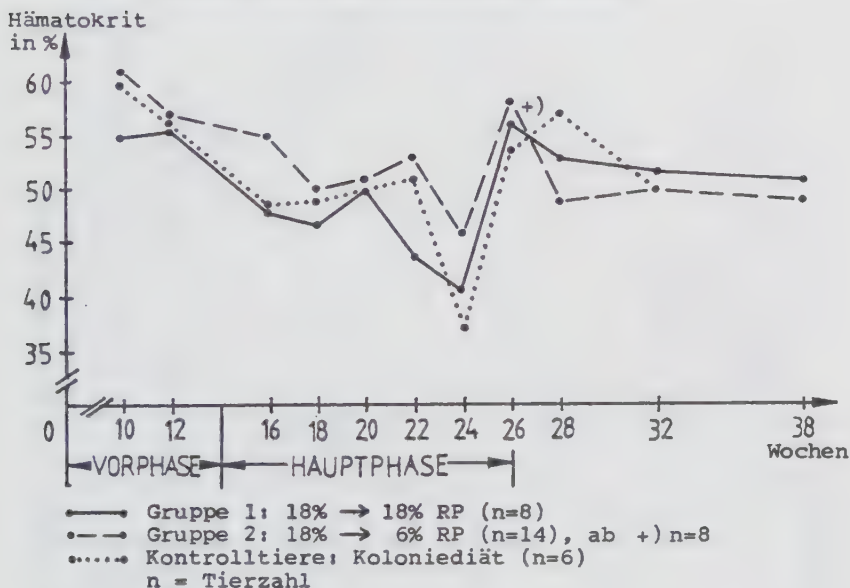


Abb. 9: Verlauf des Hämoglobingehaltes im Versuch

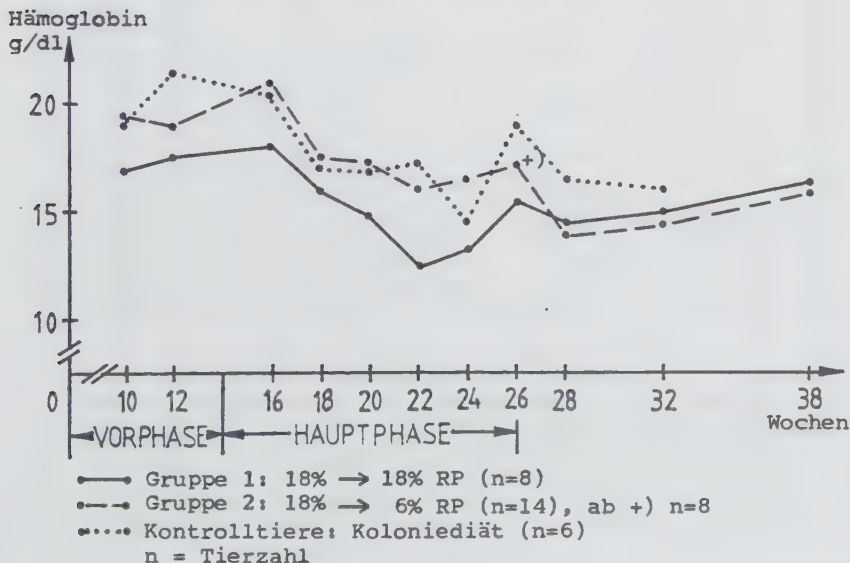


Abb. 10: Verlauf der Leukozytenzahl im Versuch

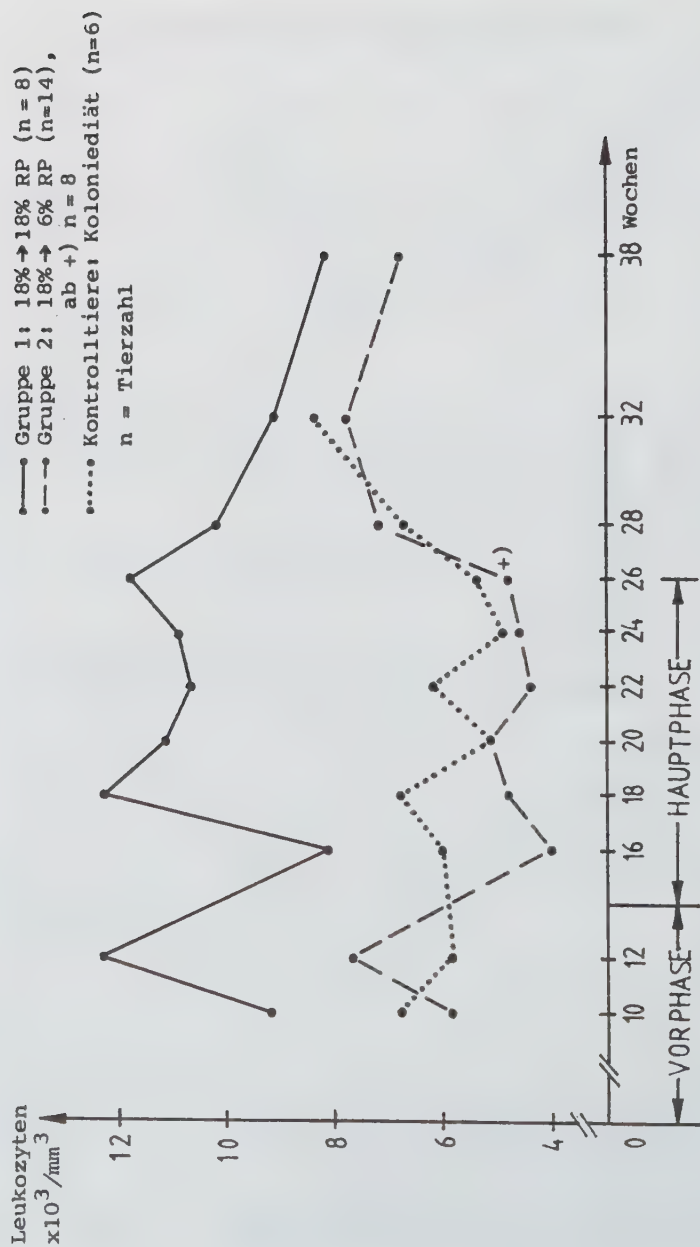


Tabelle 14: Hämatologie- und Serumwerte bei einigen Krallenaffen-Spezies

Blut-Parameter	Wadsworth et al. 1982, S. labiatus	Hawkey et al. 1982, C. jacchus	Eccleston, E. 1977, C. jacchus	Escadillo et al. 1981, S. oedipus
Hämoglobin	♂ 17,4 ^{+0,7} ♀ 16,6 ^{-1,4}	15,5 ^{±1,0} (g/dl)	♂ 15,5 (g/dl) ♀ 15,5	14,8 ^{±0,4} (g/dl)
Hämatokrit	♂ 0,52 ^{±0,03} (l/l) ♀ 0,51 ^{±0,04}	0,48 ^{±0,03} (1%)	—	46,7 ^{±4,8} (%)
Erythrozytenzahl	♂ 7,0 ^{±0,3} (x10 ¹² /l) ♀ 6,9 ^{±0,5}	6,2 ^{±0,33} (x10 ¹² /l)	♂ 6,8 (x10 ¹² /l) ♀ 6,6	5,7 ^{±0,4} (x10 ⁶ /mm ³)
Leukozytenzahl	♂ 10,8 ^{±3,5} (x10 ⁹ /l) ♀ 13,0 ^{±3,2}	7,3 ^{±1,6} (x10 ⁹ /l)	♂ 10,0 (x10 ⁹ /l) ♀ 10,1	9,6 ^{±1,7} (x10 ³ /mm ³)
Mittl. Erythrozytenvolumen	♂ 74 ^{±4,0} (fl) ♀ 73 ^{±3,5}	69,3 ^{±3,3} (fl)	ca. 72 (fl)	—
Gesamteiweiß	♂ 71 ^{±4,2} (g/l) ♀ 72 ^{±7,6}	—	—	7,4 ^{±0,4} (g/dl)
Harnstoff-N	—	—	—	18,0 ^{±7,4} (mg/dl)
alkalische Phosphatase	♂ 674 ^{±832} (U/l) ♀ 519-280	—	♂ 203,7 (IU/l) ♀ 195,0	153 ^{±35} (mU/ml)
Laktat-dehydrogenase	—	—	—	324 ^{±65} (mU/ml)
SGPT	—	—	♂ 9,0 (IU/l) ♀ 9,8	—
Kreatinin	♂ 83 ^{±8,2} (µmol/l) ♀ 74 ^{±9,4}	—	—	—
SGOT	—	—	♂ 134,4 (IU/l) ♀ 104,9	186 ^{±72} (mU/ml)
Albumin/Globulin-Verhältnis	—	—	—	1,24 ^{±0,4}

Der nach Versuchsende eingetretene Anstieg auf $7,3 \times 10^3/\text{mm}^3$ Leukozyten bei Gruppe 2 war signifikant ($p \leq 0,025$) und lag im Bereich der Kontrolltiere.

Wie aus den Abbildungen 8, 9 und 10 ersichtlich, weist die VIII. Blutentnahme sowohl für die Versuchstiere als auch für die Kontrolltiere auffallend herabgesetzte Hämatologiewerte auf. Es besteht die Möglichkeit eines Defektes am Gerät oder einer fehlerhaft durchgeführten Bestimmung. Die Werte dieser Blutentnahme wurden in den graphischen Darstellungen miteinbezogen, aber in den Ergebnissen nicht berücksichtigt.

Der am markantesten von der Proteinzufuhr abhängige Parameter in diesem Versuch war der Harnstoff-N-Gehalt im Serum. Bei der Verfütterung der 6% Protein-Diät wurden davon sehr niedrige Konzentrationen im Serum ermittelt. Die restlichen aufgetretenen Veränderungen der Serumparameter und der Hämatologiewerte sind nicht eindeutig auf die unterschiedliche Proteinzufuhr zurückzuführen.

Als Vergleich zu den in diesem Versuch erhaltenen Werten sind in Tabelle 14 Beispiele aus der Literatur aufgeführt.

4.2.4. Kotbeschaffenheit

Die Tiere der Spezies *S. fuscicollis* weisen bei Koloniediät-Fütterung mit Obstzusatz üblicherweise einen geformten hell- bis mittelbraunen Kot auf. Streßfaktoren, unter anderem Futterumstellung, fremde Personen oder Geräusche und große Reinigungsaktionen bewirken häufig eine Koterweichung.

In den ersten 10 Tagen nach Beginn des Versuches wurde bei drei Viertel der Tiere ein breiiger bis wässriger Kot festgestellt. Eine Normalisierung trat bei den meisten Tieren innerhalb von 7 bis 10 Tagen ein, bei 11 Tieren erst nach 2 bis 8 Wochen und bei weiteren 10 über-

haupt nicht, was, zusammen mit Gewichtsabnahmen, zur Herausnahme dieser Tiere aus dem Versuch führte. Zwischen durch entwickelten noch zwei weitere Tiere einen häufig wässrigen Kot. Sie wurden in der Hauptphase der Gruppe 1 zugeteilt und nach erfolgloser Behandlung und Gewichtsverlust aus dem Versuch herausgenommen.

Nach der Umstellung auf 6% Protein-Diät trat bei 45% der Tiere eine Koterweichung für 4 bis 5 Tage auf. Am Ende der Hauptphase verschlechterte sich die Kotkonsistenz bei 7 Tieren aus beiden Gruppen.

Insgesamt bestand kein Unterschied zwischen den Diäten in Bezug auf die Kotbeschaffenheit. Die Umstellung auf Koloniefutter führte bei den von Durchfall betroffenen Tieren zur Besserung.

Der durchgeführte Hämoccult-Test war bei fünf Tieren der Gruppe 1 und bei einem Tier der Gruppe 2 positiv. In diesen Fällen war der Kot dunkelgrün bis rotbraun und von weicher bis wässriger Konsistenz. Nur bei zwei dieser Tiere bestand eine klinisch manifeste hämorrhagische Enteritis.

4.2.5. Reproduktionsgeschehen

Die einzigen vier Geburten traten alle gegen Ende der Vorphase auf. Da die Trächtigkeitsdauer bei den Krallenaffen 140 bis 150 Tage beträgt (NAPIER und NAPIER, 1967), war die Befruchtung in allen vier Fällen bereits ein bis zwei Monate vor Versuchsbeginn erfolgt. Bei den Weibchen handelte es sich um Wildfänge, die schon mehrmals in der Kolonie geboren hatten. Es wurden sechs Jungtiere geboren, davon zwei Zwillingspaare. Drei der Jungtiere starben innerhalb von vier Tagen nach der Geburt. Die Lungen-Schwimmprobe war bei allen toten Jungtieren positiv. Eines der Jungtiere mußte ab dem dritten Lebenstag von Hand aufgezogen werden.

Bei einem Wurf war nur eines der Jungtiere voll ausgebildet, ein zweites war nur ein abgestorbener Embryo von 0,8 cm. Das Jungtier entwickelte sich normal.

Die Geburtsgewichte eines Zwillingspaares waren mit 50 g und 49 g auffallend hoch. Mit 21,5% des Muttergewichtes lag dieser Wurf weit über der Norm für diese Spezies, die ca. 15% beträgt. Diese beiden Jungtiere starben. Das dritte gestorbene Jungtier, aus einem Zwillingswurf, entsprach mit einem Gewicht von 32 g, dem Koloniedurchschnitt.

Sieben Tage nach Versuchsbeginn trat ein Abort auf und zwei weitere nach Versuchsende. Nur einer dieser Aborte trat innerhalb von fünf Tagen nach der Futterumstellung auf, was einen ursächlichen Zusammenhang darstellen könnte.

4.2.6. Krankheits- und Todesfälle

Es wurden insgesamt 34 Tiere aus dem Versuch herausgenommen, darunter auch 10 gesunde Tiere, um Familien oder Paare nicht zu trennen.

Von den während des Versuches erkrankten 24 Tieren sind acht Tiere gestorben. Die Todesfälle sind alle in der Vorphase, d.h. während der 18% Protein-Diät, aufgetreten. Tabelle 15 führt die Todesfälle mit eventuell vorhandenem Krankheitsbild und Sektionsbefund auf. Dabei wurden die im Versuch geborenen Jungtiere nicht berücksichtigt.

Ein Zusammenhang zwischen dem Proteingehalt der Diät und Todesursache ist nach den Sektionsbefunden und den vorhandenen histopathologischen Untersuchungen nicht feststellbar. Auffällig war ein Todesfall, bei dem klinisch ein umfangreiches Halsödem vorlag. Ursächlich muß man in diesem Fall vor allem Verzehrsrückgang, Anorexie, langandauernden profusen Durchfall, Parasitose und das vermutlich hohe Alter des Tieres (Wildfang) in Betracht

Tabelle 15: Todesfälle im Versuch

Alter	Geschlecht	Krankheitsbild/Sektionsbefund ^{+) und Todesursache}
Wildfang	♂	Akute eitrig abszedierende Pyelonephritis; Septikämie; Septikopyämischer Abszeß der Leber.
1 Jahr	♀	Ulzerös-nekrotisierende Enteritis mit transmuraler Entzündung; fibrinös-eitrige Peritonitis.
3 Monate	♀	Herdförmige ulzeröse Enteritis mit transmuraler Entzündung; chronisch granulierende Peritonitis; Schocknieren und Schocknekrosen der Leber; Kreislaufversagen.
Wildfang	♀	Wässrige Diarrhoe, Gewichtsabnahme, Halsödeme; Pericarditis fibrinosa; Enteritis catarrhalis; Lungenparasiten. ++)
Wildfang	♀	Gewichtsabnahme, profuser Durchfall; Exsikkose; Lungenhyperämie, herdförmige interstitielle Nephritis. ++)
3 Monate	♀	Hämorrhagische Typhlokolitis Enteritis catarrhalis; Stauungsleber. ++)
1 Jahr	♀	Anämie; Pleuritis; Peritonitis. ++)
2 Jahre	♂	Ulzeröse und nekrotisierende Enterokolitis mit transmuraler Entzündung; eitrige Peritonitis.

^{+) Die histopathologische Untersuchung wurde im Pathologischen Institut der Medizinischen Fakultät der Universität München durchgeführt.}

^{++) Wurde keine histopathologische Untersuchung durchgeführt.}

ziehen. Das Tier starb an einer gemischten Form von primärer und sekundärer Unterernährung, daher die beobachteten Ödeme.

Die restlichen Krankheitsfälle betrafen auch nur Tiere der 18% Protein-Diät, dabei nur vier in der Hauptphase. Man kann die erkrankten Tiere in zwei Kategorien einteilen: Solche mit klinischen Symptomen und andere, die vom Allgemeinzustand her nicht auffielen, aber Gewichtsverluste und/oder Blutbildveränderungen aufwiesen. An Diarrhoe erkrankten neun Tiere, davon zwei an einer hämorrhagischen Enteritis. Die Symptome waren außer Durchfall Gewichtsabnahme, schlechtes Allgemeinbefinden, struppiges, schmieriges Haarkleid, teilweise Anämie und Anorexie. Die Blutuntersuchung ergab einen stark herabgesetzten Gesamteiweißgehalt, bis zu 3,1 g/dl, und ein Albumin/Globulin-Verhältnis unter 1,0. Die andere Gruppe bildeten die klinisch unauffälligen Tiere. Sieben Tiere wurden wegen starker Gewichtsverluste (bis 23%, dies bereits 10 Tage nach Versuchsbeginn), aus dem Versuch herausgenommen. Es konnte beobachtet werden, daß spätere Gewichtsabnahmen von einem auffälligen Verzehrsrückgang verursacht waren, der in den meisten Fällen erst nach ein- bis dreimonatiger Verfütterung der 18% Protein-Diät auftrat.

Bei sechs Tieren war der Gesamteiweißgehalt unter 5,0 g/dl und das Albumin/Globulin-Verhältnis unter 1,0. Weitere drei Tiere hatten nur einen sehr niedrigen Gesamteiweißgehalt (unter 5 g/dl) oder ein herabgesetztes Albumin/Globulin-Verhältnis (unter 1,0). Anämie trat bei zwei Tieren mit Erythrozytenzahl unter $4,0 \times 10^6/\text{mm}^3$, Hämoglobingehalt unter 8,0 g/dl und Hämatokrit unter 30,0% auf.

In der Hauptphase des Versuches wurde bei 5 von 12 Tieren der Gruppe 1 und bei 7 von 14 Tieren der Gruppe 2 ein schmieriges Fell mit "federähnlichem" Aussehen beobachtet. Die Ursache für diese Haarkleidveränderung konnte nicht geklärt werden. Ein Zusammenhang zwischen dem Pro-

teingehalt der Diät und diesen Haarkleidveränderungen konnte nicht eindeutig festgestellt werden. Nach Versuchsende besserte sich das Haarkleid bei den meisten Tieren innerhalb von 2 bis 3 Wochen.

5. DISKUSSION

Übereinstimmend wird in der Literatur auf den hohen Proteinbedarf der Krallenaffen hingewiesen (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1978; NICOLOSI und HUNT, 1979). Als Ursache für diesen hohen Proteinbedarf wird eine geringe Effizienz der Proteinverwertung wie bei den Totenkopffaffen (Familie Cebidae) vermutet. Der in dieser Arbeit beschriebene Versuch zeigt, daß es möglich ist, Krallenaffen der Spezies *Saguinus fuscicollis* 12 Wochen lang ausschließlich mit einer Diät mit nur 6% Protein zu ernähren, wobei die Tiere keine erheblichen Gewichtsverluste und keine Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens und des Gesundheitszustandes aufweisen. Die Proteinkonzentration der Niedrigprotein-diät liegt wesentlich unter den für Krallenaffen empfohlenen Richtlinien. Es wurden einige proteinzufuhrs-abhängige Unterschiede zur vergleichsweise eingesetzten Hochprotein-diät (18% Protein) sowie einige Unterschiede zwischen den verwendeten halbsynthetischen Diäten und der Koloniediät beobachtet.

Der Verzehr war bei der Niedrigprotein-diät, absolut und prozentual auf das Körpergewicht bezogen, dem der Hochprotein-diät gleich (siehe Tabellen 9 und 10) und zeigte somit keine proteinabhängigen Unterschiede. Die nach Versuchsende über 15 Tage durchgeführte Verzehrsbestimmung des Koloniefutters ergab einen Wert von 5,1% des Körpergewichts und lag somit höher als bei den halbsynthetischen Versuchsdiäten, die dafür aber einen höheren Energiegehalt als die Koloniediät haben. Im Vergleich zu anderen Versuchen mit halbsynthetischen Diäten in der Kolonie (SCHOEN, 1982), ist der Verzehr in diesem Versuch niedriger.

Die Energieaufnahme war für beide Diäten ca. 221 kcal

Bruttoenergie/kg Körpergewicht und Tag und liegt im Bereich zwischen 100 und 300 kcal Bruttoenergie/kg Körpergewicht und Tag, den NICOLosi und HUNT (1979) für erwachsene Totenkopffaffen angeben. Mit 151 kcal Bruttoenergie/kg Körpergewicht und 17,9 g Trockensubstanz/Tier bzw. 160 kcal Bruttoenergie/kg Körpergewicht und 18,4 - 16,7 g Trockensubstanz/Tier täglich für *Saguinus oedipus* (Körpergewicht ca. 450 g) liegen die Angaben von KING (1975) bzw. ESCAJADILLO et al. (1981) unter den in diesem Versuch ermittelten Energie- und Futteraufnahmen.

Die Gewichtsentwicklung der erwachsenen Tiere in der Niedrigproteindiät war zwischen +0,8% und -3,0% des Anfangsgewichtes und somit besser als die in der Hochproteindiät die gegen Ende des Versuches mit -4,0% des Anfangsgewichtes abfiel (siehe Abb. 4). Die Tiere, die die 6% Protein-Diät bekamen, zeigten generell größere Gewichtskonstanz, sowohl bezüglich individueller Gewichtsveränderungen als auch in Bezug auf den Verlauf der Durchschnittsgewichte über die gesamte Versuchszeit. Der Grund für die bessere und stabilere Gewichtsentwicklung dieser Tiere liegt in der Gruppeneinteilung. Die Tiere, die schon mit der 18% Protein-Diät größere Gewichtsabnahmen und schlechtere Blutwerte zeigten, wurden wegen gesundheitlicher Bedenken nicht in die Niedrigprotein-Gruppe eingeteilt, obwohl auf eine uniforme Verteilung des Tiermaterials in die beiden Gruppen aus statistischen Gründen so weit wie möglich geachtet werden sollte.⁺⁾

Die häufigen Blutentnahmen während des Versuches führten immer wieder zu einer Beunruhigung der Tiere und könnten damit auch eine Ursache der durchschnittlich im negativen Bereich verlaufenden Gewichtsentwicklung

^{+) siehe unter 4.1.2.}

sein. Dies wird durch den ähnlichen Verlauf der Kurve bei den Kontrolltieren bestätigt.

Jungtiere, die drei Monate vor oder während des Versuches geboren wurden, bekamen alle die 18% Protein-Diät und ließen keine Unterschiede in der Gewichtsentwicklung zwischen der halbsynthetischen Diät und der Koloniediät erkennen. Ein einziges Jungtier erhielt im Alter von sechs Monaten die 6% Protein-Diät fünf Wochen lang und zeigte in dieser Zeit eine gleich gute Entwicklung wie ein anderes gleichaltriges Jungtier aus der Diät mit 18% Protein.

Nach Versuchsende wurden sechs Tiere weiterhin mit der 6% Protein-Diät und vier Tiere mit einer 9% Protein-Diät ernährt. Die restlichen Tiere bekamen die Koloniediät und dabei erhöhte sich das Durchschnittsgewicht der ehemaligen Gruppe 1 im Gegensatz zur ehemaligen Gruppe 2, die eine leichte Abnahme zu verzeichnen hatte.

Bei der Blutuntersuchung ergab sich nur der Harnstoff-N-Wert im Serum als eindeutig von der Proteinzufuhr abhängiger Parameter. Als vermutlich proteinabhängig erwies sich noch die Leukozytenzahl.

Der Harnstoffgehalt des Serums sinkt erwartungsgemäß mit abnehmendem Proteingehalt der Diät (siehe 3.3.). Die Gegenüberstellung von Gesamteiweißgehalten im Serum der 18% Protein-Tiere und 6% Protein-Tiere hat keinen Unterschied zwischen den beiden Diäten ergeben (siehe Abb. 6). Das Albumin/Globulin-Verhältnis (siehe Abb. 7) war ebenfalls nicht verschieden. Da diese Serumparameter als sensible Indikatoren des Proteinernährungsstatus gelten, wird hier bewiesen, daß, zumindest für die Dauer von 12 Wochen, Krallenaffen mit einem sehr geringen Anteil an Protein in der Diät ernährt werden können. Der tierische Organismus ist durchaus fähig, sich an qualitative und quantitative Veränderungen der Proteinzufuhr

anzupassen. Spätestens aber wenn Muskeleiweiß abgebaut wird, kann man im Blut klinisch-chemische Veränderungen feststellen. Dies traf im vorliegenden Versuch aber nicht zu.

Die Werte der alkalischen Phosphatase (AP) waren nicht vom Proteingehalt der Nahrung abhängig. Die von SCHOEN (1982) bei Jungtieren gefundenen, sehr hohen Werte dieses Parameters von mehr als 1000 U/l konnten in diesem Versuch nicht bestätigt werden.

Die Tiere der Gruppe 1 hatten über die gesamte Versuchsdauer höhere AP-Werte als Gruppe 2. Es besteht die Möglichkeit, daß in der 18% Protein-Gruppe durch das häufige Vorkommen von Enteritis die AP-Werte erhöht waren. ESCAJADILLO et al. (1981) beschreiben bei *Saguinus oedipus* eine Erhöhung dieses Enzyms in vier Fällen von Kolitis.

Die hämatologische Untersuchung ergab keine proteinabhängigen Veränderungen des Blutbildes mit Ausnahme der Leukozytenzahl, die signifikant abfiel während der 6% Protein-Diät. Nach Versuchsende stieg die Leukozytenzahl wieder auf den Normbereich an. Aus der Literatur (siehe Tabelle 14) sind verschiedene Werte für die Leukozytenzahl bekannt. Eine genaue Abgrenzung des Normbereiches ist bei diesem Parameter schwierig, da es oft zu gravierenden Veränderungen der Leukozytenzahl ohne klinische Erscheinungen kommt. HAWKEY et al. (1982) finden Leukopenie bei Weißbüscheläffchen häufig gemeinsam mit Heinz'schen Einschußkörperchen.

Da die Tiere in der 6% Protein-Diät klinisch gesund waren, mit Ausnahme von zwei Tieren mit Enteritis, kann man nicht beurteilen, ob zwischen der niedrigen Leukozytenzahl und dem niedrigen Proteingehalt der Diät eine Beziehung besteht. Weiteren Aufschluß würden Differential-Blutbilder geben, u.a. um Einschußkörperchen fest-

zustellen.

Der Hämoglobingehalt und der Hämatokrit lagen im Durchschnitt in den beiden Diäten im Normbereich und zeigten keine Abhängigkeit vom Proteingehalt der Diäten (siehe Abb. 9 und 8). Die Hämoglobin- und Hämatokritwerte waren im Durchschnitt höher bei den Tieren der Gruppe 2, auch als diese in der Vorphase noch die 18% Protein-Diät bekamen. Dies zeigt, wie schon erwähnt, daß die Tiere, die einen schlechten Blutstatus aufwiesen, nicht in die 6% Protein-Gruppe genommen wurden.

Trotz des Abfalls der Erythrozytenzahl, des Hämatokrits und des Hämoglobingehaltes in den beiden Diäten, lagen die Werte im Bereich der Norm.

Die Geburten fanden nur in der Vorphase statt. Die im Vergleich zur Trächtigkeitsdauer der Krallenaffen (5 Monate) kurze Versuchsdauer (6 1/2 Monate) macht keinen Vergleich zwischen dem Reproduktionsgeschehen im Versuch und in der Kolonie möglich. Die Geburtsgewichte von Neugeborenen, die in den ersten Lebenstagen starben, waren vergleichbar den in der Kolonie üblichen.

Die Krankheits- und Todesfälle konzentrierten sich auf die 18% Protein-Diät. Klinische Symptome und Todesursachen zeigten keine Abhängigkeit von der Proteinzufuhr, was mit 18% Protein in der Nahrung auch nicht erwartet wurde. Anorexie wird bei Krallenaffen oft in Verbindung mit geringer Akzeptanz eines neuen Futters beobachtet (HEARN et al., 1975). Die sieben Tiere, die wegen Gewichtsabnahmen vorzeitig aus dem Versuch genommen wurden, akzeptierten die halbsynthetische Caseindiät nicht, wobei bei manchen Käfigen auch die Dominanz eines der Tiere zu Nahrungsentzug und demzufolge zu Gewichtsabnahme bei den anderen Tieren geführt haben kann.

In der Hauptphase des Versuches wurde bei 5 von 12 der

18% Tiere und bei 7 von 14 der 6% Tiere eine sichtbare Veränderung des Haarkleides beobachtet. Das Fell wurde schmierig im Vergleich zu den Kolonietieren, die meist ein weiches, sauberes Fell aufweisen. Es ist ein Zusammenhang mit dem halbsynthetischen Diättyp anzunehmen. Halbsynthetische Diäten werden für Ernährungsstudien verwendet, weil sie eine konstante Konzentration der Nährstoffe, leichte Austauschbarkeit der Komponenten ermöglichen und gut verdaulich sind (NEWBERNE und HAYES, 1979). Allerdings muß man bei der Zusammenstellung einer halbsynthetischen Diät sehr sorgfältig auf die Interaktionsmöglichkeiten einzelner Bestandteile achten. Als Ursache der aufgetretenen Haarkleidveränderungen wurde zuerst ein Thiaminmangel vermutet. NAVIA (1970) zitiert, daß K_2HPO_4 in halbsynthetischen Diäten den Thiamingehalt stark reduziert. WISE (1980) berichtet, daß Tiere, die eine Hochfettdiät bekommen, einen erhöhten Thiaminbedarf aufweisen. Die in diesem Versuch verwendeten halbsynthetischen Diäten liegen mit 13,2% bis 13,5% Fett in der Trockensubstanz im Bereich der Empfehlungen für nichtmenschliche Primaten (FITCH et al., 1961; AUSMAN and HAYES, 1974). Die Untersuchung des Thiamingehaltes der 6% Protein-Diät ergab für eine frische Probe 5,39 mg und für eine zwei Monate alte Probe 5,28 mg Thiamin-HCL pro kg Diät. Thiaminmangel kann also ausgeschlossen werden.

Die Untersuchung des Fettsäuremusters der 6% Protein-Diät ergab auch keine Anhaltspunkte für einen vermuteten Mangel an essentiellen Fettsäuren. Der Gehalt an Linol- und Linolensäure war mit 33,8% und 4,9% des Fettgehaltes in der halbsynthetischen Diät höher als in der Koloniediät mit 32,6% und 3,4%. Im Bereich der mittelkettigen Fettsäuren bestanden allerdings große Unterschiede zur Koloniediät. Da Kokosfett sehr reich an Laurin- und Myristinsäure ist, war der Gehalt an diesen beiden Fettsäuren wesentlich höher als in der Koloniediät, die kein Kokos-

fett enthält. Aufgrund von Erfahrungen mit anderen Versuchstieren wird diese Veränderung des Fettsäuremusters nicht als verursachender Faktor für die Haarkleidveränderung bewertet. Auffallend war die nach Umstellung auf Koloniediät fast ausnahmslos eintretende Besserung des Haarkleides innerhalb von ca. zwei Wochen.

Die Kotbeschaffenheit war unabhängig von der Proteinzufuhr. Die positiven Hämocult-Test-Ergebnisse traten in beiden Diäten auf, schwerpunktmäßig aber in der 18% Protein-Diät in der Hauptphase. Da auch in der Kolonie in letzter Zeit gelegentlich positive Testergebnisse auftraten, meistens als Begleiterscheinung von Durchfällen, wird eine virale Ätiologie vermutet. Weitere serologische Untersuchungen könnten Aufschluß darüber geben.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Bei zusammenfassender Betrachtung der Versuchsergebnisse ergibt sich die Schlußfolgerung, daß Krallenaffen einen wesentlich niedrigeren Proteinbedarf haben, als üblicherweise empfohlen wird. Die Ernährung mit einer Diät, die nur 6% Protein enthielt, ermöglichte durchaus die Aufrechterhaltung eines guten Gesundheitszustandes der Tiere. Die niedrige Proteingabe führte erwartungsgemäß zur Herabsetzung des Harnstoff-N-Gehaltes im Serum.

Da die erwachsenen Tiere, nach 12wöchiger Versuchsdauer, keine Mangelerscheinungen oder Hinweise auf Proteinmangel seitens der Blutparameter zeigten, scheint dieser Proteingehalt den Erhaltungsbedarf zu decken. Längerfristige Versuche mit diesem Proteingehalt würden Aufschluß über Auswirkungen auf das Reproduktionsgeschehen und auf die Jungtierentwicklung geben. Eine genauere Erfassung des optimalen Erhaltungsbedarfes und seiner Grenzen wäre mit N-Bilanzversuchen möglich.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Krallenaffen der Spezies *Saguinus fuscicollis* erhielten 14 Wochen lang eine halbsynthetische Diät mit 18% Protein. Die folgenden 12 Wochen wurde ein Teil der Tiere mit einer 6% Protein-Diät, der andere Teil weiterhin mit der 18% Protein-Diät ernährt. Als Proteinquelle wurde Casein verwendet.

Die Tiere zeigten bei Fütterung der 18% und 6% Protein-Diät keine Unterschiede im Verzehr und in der Gewichtsentwicklung.

Der Proteingehalt der Diäten zeigte keinen Einfluß auf den Gesamteiweißgehalt im Serum und auf das Albumin/Globulin-Verhältnis.

Die restlichen Blutparameter waren in den beiden Diäten nicht immer gleich, ließen jedoch mit Ausnahme des Harnstoff-N-Wertes keine eindeutigen Einflüsse der unterschiedlichen Proteinkonzentrationen erkennen. Über die mögliche Abhängigkeit der Leukozytenzahl vom Proteingehalt der Diät wird berichtet und diskutiert.

Die Krankheits- und Todesfälle waren hauptsächlich auf die 18% Protein-Diät konzentriert und lassen keine Beziehung zum Proteingehalt der Diäten vermuten.

Die Haarkleidveränderungen, die bei beiden Diäten beobachtet wurden, sind vermutlich auf die halbsynthetische Diät selbst und nicht auf die Proteinkonzentration zurückzuführen. Thiaminmangel und die Fettsäurenzusammensetzung der Diäten wurden als Ursache ausgeschlossen.

Die Aussagekraft des Versuches muß unter Berücksichtigung einer selektiv vorgenommenen Einteilung des Tiermaterials betrachtet werden.

SUMMARY

A STUDY ON THE PROTEIN REQUIREMENT OF ADULT CALLITHRICIDAE (SAGUINUS FUSCICOLLIS)

Callithricidae of the species *Saguinus fuscicollis* were fed a semipurified diet with 18% protein for a period of 14 weeks. The following 12 weeks half of the animals received a diet with 6% protein, the others remained on the 18% protein diet, with casein as the protein source.

Food intake and the average body weights of the two groups were similar. There was no correlation between the protein content of the diets and the values of total serum protein and albumin/globulin ratio.

Other serum chemistry parameters and hematological findings were not always uniform between the two groups, but did not show a definite influence of the dietary protein level, except serum urea-N. The possible dependence of the white blood cell count on dietary protein content is reported and discussed.

Although cases of morbidity and mortality were concentrated in the group with the 18% protein diet, the protein level of this diet was probably not the cause of the deaths.

An alteration in the peltage occurred in both diet groups and is assumed to be associated with the semipurified diet itself and not its protein content. Thiamine deficiency and fatty acid content and composition could be excluded as the cause of the changes in the pelt.

It has to be considered that a non-random distribution of the animals into the two groups might have influenced the results of this study.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ALBRECHT, P., D. LORENZ, M.J. KLUTCH, J.H. VICKERS, and F.A. ENNIS, 1980
Fatal measles infection in marmosets pathogenesis and prophylaxis.
Infection and Immunity 27, 969-978
2. AUSMAN, L.M., and D.L. GALLINA, 1979
Liquid formulas and protein requirements of nonhuman primates.
In: Primates in Nutritional Research (Ed.: Hayes, K.C.), Academic Press, 1979, pp. 39-57
3. AUSMAN, L.M., D.L. GALLINA, K.W. SAMONDS, and D.M. HEGSTED, 1979
Assessment of the efficiency of protein utilization in young squirrel and macaque monkeys.
Am. J. Clin. Nutr. 32, 1813-1823
4. AUSMAN, L.M., and K.C. Hayes, 1974
Vitamin E deficiency anemia in old and new world monkeys.
Am. J. Clin. Nutr. 27, 1141-1151
5. BELAND, F.M., P.K. SEHGAL, and W.C. PEACOCK, 1979 .
Baseline blood chemistry determinations in the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*).
Lab. Anim. Sci. 29, 195-199
6. BERSCHAUER, F., 1977
Blutharnstoffkonzentration und Proteinverwertung beim Schwein.
Hohenheimer Arbeiten 91, Verlag Eugen Ulmer
7. BRACK, M. und H. ROTHE, 1980
Fütterungsbedingte "Wasting Disease" bei Weißbüschel-
äffchen (*Callithrix jacchus*).

- In: Erkrankungen der Zootiere (Eds.: Ippen, R. und H.-D. Schröder), Akademie-Verlag Berlin, 1980, pp. 181-185
8. COIMBRA-FILHO, A.F., R. da R. e SILVA, e A. PISSINATTI, 1981
Sobre a dieta de callitrichidae em cativo. The diet of callitrichidae in captivity.
Revista Biotérios 1, 83-93
9. COWARD, W.A., and M. FIOROTTO, 1979
The pathogenesis of oedema in kwashiorkor - the role of plasmaproteins.
Proc. Nutr. Soc. 38, 51-59
10. COWARD, W.A., R.G. WHITEHEAD, and P.G. LUNN, 1977
Reasons why hypoalbuminaemia may or may not appear in protein-energy malnutrition.
Br. J. Nutr. 38, 115-126
11. DEINHARDT, J.B., J. DEVINE, M. PASSOVOY, R. POHLMAN, and F. DEINHARDT, 1967
Marmosets as laboratory animals. I. Care of marmosets in the laboratory, pathology and outline of statistical evaluation of data.
Lab. Anim. Care 17, 11-29
12. DREIZEN, S., B.M. LEVY, and S. BERNICK, 1973
Diet-induced atherosclerosis in the marmoset.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 143, 1218-1223
13. DREPPER, K., 1972
Standarddiäten für Affen.
In: Versuchstierernährung (Ed.: Weik, H.), Schriftenreihe Versuchstierkunde, Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 1972, pp. 40-42
14. ECCLESTON, E., 1977
Normal haematological values in rats, mice and

marmosets.

In: Comparative Clinical Haematology (Eds.: Archer, R.K. and L.B. Jeffcott), Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 611-620

15. EGGUM, B.O., 1970

Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality.

Br. J. Nutr. 24, 983-989

16. ENWONWU, C.O., R.V. STAMBAUGH, and K.L. JACOBSON, 1973

Protein-energy deficiency in nonhuman primates: biochemical and morphological alterations.

Am. J. Clin. Nutr. 26, 1287-1302

17. ESCAJADILLO, A., R.T. BRONSON, P. SEHGAL, and K.C. HAYES, 1981

Nutritional evaluation in cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*).

Lab. Anim. Sci. 31, 161-165

18. FITCH, C.D., J.S. DINNING, L.A. WITTING, and M.K. HORWITT, 1961

Influence of dietary fat on the fatty acid composition of monkey erythrocytes.

J. Nutr. 75, 409-413

19. FITZGERALD, A., 1935

Rearing marmosets in captivity.

J. Mammal. 16, 181-188

20. FLEAGLE, J.G., K.W. SAMONDS, and D.M. HEGSTED, 1975

Physical growth of cebus monkeys, *Cebus albifrons*, during protein or calorie deficiency.

Am. J. Clin. Nutr. 28, 246-253

21. FLECKENSTEIN, B., 1979

Oncogenic herpesviruses of non-human primates.

Biochimica et Biophysica Acta, 560, pp. 301-342

22. FLURER, C., R. SCHEID, and H. ZUCKER, 1983
Evaluation of a pelleted diet in a colony of marmosets and tamarins.
Lab. Anim. Sci. 33, 264-267
23. FOLLIS, R.H., 1957
A kwashiorkor-like syndrome observed in monkeys fed maize.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 96, 523-528
24. GALLINA, D.L., and L.M. AUSMAN, 1979
Selected aspects of the metabolic behaviour of the squirrel monkey.
In: Primate in Nutritional Research, (Ed.: Hayes, K.C.), Academic Press, 1979, pp. 225-247
25. GARCÍA, F.G., 1976
Primate husbandry and reproduction.
In: First Inter-American Conference in Conservation and Utilisation of American Nonhuman Primates in Biomedical Research, Lima, 1975.
Pan American Health Organisation, Scientific Publication No. 317, pp. 51-64
26. GEIST, C.R., R.R. ZIMMERMANN, and D.A. STROBEL, 1972
Effect of protein-calorie malnutrition on food consumption, weight gain, serum proteins, and activity in the developing rhesus monkey (*Macaca mulatta*).
Lab. Anim. Sci. 22, 369-377
27. GOPALAN, C., 1968
Kwashiorkor and marasmus. Evolution and distinguishing features.
In: Calorie Deficiencies and Protein Deficiencies (Eds.: McCance, R.A., and E.M. Widdowson), Churchill, London, pp. 49-58

28. GRZIMEK, B., 1979
Tierleben. Säugetiere 1, Band 10.
DTV München, 1979, pp. 348-379
29. HAMPTON, J.K., Jr., S.H. HAMPTON, and B.T. LANDWEHR, 1966
Observations on a successful breeding colony of the
marmoset, *Oedipomidas oedipus*.
Folia primat. 4, 265-287
30. HAWKEY, C.M., M.G. HART, and D.M. JONES, 1982
Clinical hematology of the common marmoset
Callithrix jacchus.
Am. J. Primatol. 3, 179-199
31. HEARN, J.P., S.F. LUNN, F.J. BURDEN, and M.M. PILCHER,
1975
Management of marmosets for biomedical research.
Lab. Animals 9, 125-134
32. HIDDLESTON, W.A., 1978
The production of the common marmoset, *Callithrix*
jacchus, as a laboratory animal.
In: Recent Advance in Primatology, Vol. 2: Conser-
vation. (Eds.: Chivers, D.J., and W. Lane-Petter),
Academic Press, pp. 173-181
33. HOLMES, A.W., M. PASSOVOY, and R.B. CAPPS, 1967
Marmosets as laboratory animals. III. Blood chemistry
of laboratory-kept marmosets with particular atten-
tion to liver function and structure.
Lab. Anim. Care 17, 41-47
34. INGRAM, J.C., 1975
Husbandry and observation methods of a breeding
colony of marmosets (*Callithrix jacchus*) for behav-
ioural research.
Lab. Animals 9, 249-259
35. IZAWA, K., 1978
A field study of the ecology of behaviour of the

- black-mantle tamarin (*Saguinus nigricollis*).
Primates 19 (2), 241-274
36. KERR, G.R., J.R. ALLEN, G. SCHEFFLER, and H.A. WAISMAN,
1970
Malnutrition studies in the rhesus monkey.
I. Effect on physical growth.
Am. J. Clin. Nutr. 23, 739-748
37. KERR, G.R., 1972
Nutritional requirements of subhuman primates.
Physiol. Reviews 52 (2), 415-467
38. KERR, G.R., M. el LOZY, and G. SCHEFFLER, 1975
Malnutrition studies in *Macaca mulatta*.
IV. Energy and protein consumption during growth
failure and "catch-up" growth.
Am. J. Clin. Nutr. 28, 1364-1376
39. KING, G., 1975
Feeding and nutrition of the Callitricidae at the
Jersey Zoological Park.
Twelfth annual report. Extract from the Jersey Wild-
life Preservation Trust, 1975
40. KING, G.J., 1978
Comparative feeding and nutrition in captive, non-
human primates.
Br. J. Nutr. 40, 55-62
41. LUCAS, N.S., E.M. HUME, and H.H. SMITH, 1927
On the breeding of the common marmoset (*Hapale
jacchus* Linn.) in captivity when irradiated with
ultra-violet rays.
Proc. Zool. Soc. Lond. 30, 447-451
42. LUCAS, N.S., E.M. HUME, and H.H. SMITH, 1937
On the breeding of the common marmoset (*Hapale*

- jacchus Linn.) in captivity when irradiated with ultra-violet rays. II. A ten years' family history. Proc. Zool. Soc. Ser. A. 107, 205-211
43. LUNN, P.G., and S. AUSTIN, 1983
Dietary manipulation of plasma albumin concentration. J. Nutr. 113, 1791-1802
44. MAGG, M., 1981
Die Verdaulichkeit von Milch- und Sojaprotein bei zwei Krallenaffenarten.
Med. vet. Dissertation, München
45. MALINOW, M.R., and R. WAGNER, 1966
Oxygen uptake in squirrel monkeys (*Saimiri sciurea*). Lab. Anim. Care 16, 105-108
46. MANN, G.V., S.B. ANDRUS, A. McNALLY, and F.J. STARE, 1953
Experimental atherosclerosis in cebus monkeys. J. Exp. Med. 98, 195-218
47. McCRAW, A.P., and A.K. SIM, 1972
Clinical biochemistry of the baboon. J. Comp. Path. 82, 193-200
48. McNEES, D.W., B.J. PONZIO, R.W. LEWIS, F.J. STEIN, and R.F. SIS, 1982
Hematology of common marmosets (*Callithrix jacchus*). Primates 23, 145-150
49. MITCHELL, H.H., 1964
The wastage of nutrients in metabolism: proteins and aminoacids.
In: Comparative nutrition of man and domestic animals, 2, Academic Press, New York, pp. 567-659
50. MURAMATSU, K., and K. ASHIDA, 1962
Effect of dietary protein level on growth and liver

enzyme activities of rats.

J. Nutr. 76, 143-150

51. NAPIER, J.R., and P.H. NAPIER, 1967

A Handbook of Living Primates,
Academic Press, 1967

52. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1978

Nutrient requirements of nonhuman primates.
National Academy of Sciences, Washington, D.C. 1978

53. NAVIA, J.M., 1970

The preparation, use and nutrient stability of non-human primate diets.

In: Feeding and Nutrition of Nonhuman Primates,
(Ed.: Harris, R.S.), Academic Press, New York,
pp. 277-295

54. NEWBERNE, P.M., and K.C. HAYES, 1979

Semipurified diets for nonhuman primates.
In: Primates in Nutritional Research (Ed.: Hayes,
K.C.), Academic Press, New York, pp. 99-119

55. NICOLOSI, R.J., and R.D. HUNT, 1979

Dietary allowances for nutrients in nonhuman primates.
In: Primates in Nutritional Research, (Ed.: Hayes,
K.C.), Academic Press, 1979, pp. 11-37

56. PICOU, D., and M. PHILLIPS, 1972

Urea metabolism in malnourished and recovered
children receiving a high or low protein diet.
Am. J. Clin. Nutr. 25, 1261-1266

57. PRIMATE REPORT, 1983

Information about the larger primate facilities,
in Europe, India and Japan, (Ed.: Zeller, U.),
pp. 12-27

58. RAMALINGASWAMI, V., and M. DEO, 1968
Experimental protein-calorie malnutrition in the rhesus monkey.
In: Calorie Deficiencies and Protein Deficiencies (Eds.: McCance, R.A., and E.M. Widdowson), Churchill, London, pp. 265-270
59. RICHARDS, J.R., 1980
Current concepts in the metabolic respons to injury, infection and starvation.
Proc. Nutr. Soc. 39, 113-120
60. RIOPELLE, A.J., C.W. HILL, S.-C. LI, R.H. WOLF, H.R. SEIBOLD, and J.L. SMITH, 1974
Protein deprivation in primates. I. Nonpregnant adult rhesus monkeys.
Am. J. Clin. Nutr. 27, 13-21
61. RISSE, S., D. DARGEL, I. KORSCHWITZ und H. SCHULTE, 1975
Die Auswirkung unterschiedlicher Fett- und Proteingaben auf einige Leitparameter des Lipid- und Proteinstoffwechsels im Blutserum und auf die Körperzusammensetzung von wachsenden Ratten.
Arch. Tierernährung 25, 469-477
62. RIZZINI, C.T., e A.F. COIMBRA-FILHO, 1981
Lesões produzidas pelo sagüi, *Callithrix p. penicillata* (E. Geoffroy, 1812), em árvores do cerrado (*Callitrichidae*, *Primates*).
Rev. Brasil. Biol. 41 (3), 579-583
63. RUDMAN, D., 1981
Protein-energy undernutrition.
In: Harrison's Principles of Internal Medicine (Eds.: Isselbacher, K.J., R.D. Adams, E. Braunwald, R.G. Petersdorf and J.D. Wilson), McGraw-Hill Kogakusha LTD, Tokyo, pp. 407-411

64.RUDMAN, D., 1981

Assessment of nutritional status.

In: Harrison's Principles of Internal Medicine

(Eds.: Isselbacher, K.J., R.D. Adams, E. Braunwald, R.G. Petersdorf and J.D. Wilson), McGraw-Hill

Kogakusha LTD, Tokyo, pp. 403-407

65.SAMONDS, K.W., and D.M. HEGSTED, 1973

Protein requirements of young cebus monkeys (*Cebus albifrons* and *apella*).

Am. J. Clin. Nutr. 26, 30-40

66.SCHOEN, R., 1982

Proteinbedarfsstudie an zwei Krallenaffenspezies mit einer halbsynthetischen Diät.

Med. vet. Dissertation, München

67.SHIMWELL, M., B.F. WARRINGTON, and J.S.L. FOWLER, 1979

Dietary habits relating to "wasting marmoset syndrome" (WMS).

Lab. Animals 13, 139-142

68.SMOAKE, J.A., P.F. MULVEY, M. GERBEN, and L.G. JONES, 1977

Oxygen consumption and thyroid function in the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*)

Lab. Anim. Sci. 27, 655-659

69.SNYDERMAN, S.E., L. EMMETT HOLT, Jr., P.N. NORTON, and

S.V. PHANSALKAR, 1970

Protein requirement of the prematur infant.

II. Influence of protein intake on free amino acid content of plasma and red blood cells.

Am. J. Clin. Nutr. 23, 890-895

70.STELLAR, E., 1960

The marmoset as a laboratory animal: maintenance, general observations of behaviour and simple learning.

Comp. Phys. Psychol. 53, 1-10

71. TUMBLESON, M.E., and R.J. MEADE, 1966
Effect of source and level of dietary protein on
liver enzyme systems in the young pig.
J. Nutr. 89, 487-494
72. VITERI, F., M. BÉHAR, G. ARROYAVE, and N.S. SCRIMSHAW,
1964
Clinical aspects of protein malnutrition.
In: Mammalian Protein Metabolism, (Eds.: Munro, H.N.
and J.B. Allison), 2, Academic Press, New York,
pp. 523-568
73. WADSWORTH, P.F., W.A. HIDDLESTON, D.V. JONES, J.S.L.
FOWLER, and R.A. FERGUSON, 1982
Haematological, coagulation and blood chemistry data
in red-bellied tamarins *Saguinus labiatus*.
Lab. Animals 16, 327-330
74. WISE, A., 1980
Nutrient interrelationships.
In: Nutrition Abstracts and Reviews, Series A.
Commonwealth Bureau of Nutrition 50, 319-332
75. WOLFE, L.G., and F. DEINHARDT, 1978
Overview of viral oncology studies in *Saguinus* and
Callithrix species.
Prim. Med. 10, 96-118

Tabelle I: Serumwerte im Verlauf der Vorphase

Wochen nach Vers.- beginn	Gruppe n=Tier- zahl	Harn- stoff- N mg/dl	GOT U/l	GPT U/l	alk. Phosph. U/l	Cholin- esterase KU/l	LDH U/l	Gesamt- eiweiß g/dl	Chole- sterin mg/dl	Krea- tinin mg/dl	Alb./ Glob.
6	1. n=7-8	23,2 +9,7 ±	81 +19 ±	—	364 +212 ±	1,9 +0,8 ±	296 +74 ±	7,5 +0,9 ±	81 +23 ±	—	1,47 +0,13 ±
	2. n=9-13	24,2 +6,1 ±	80 +8 ±	—	262 +78 ±	2,7 +1,8 ±	391 +196 ±	7,3 +0,8 ±	94 +27 ±	—	1,42 +0,34 ±
10	1. n=5-7	21,3 +7,3 ±	76 +17 ±	29 +15 ±	448 +119 ±	1,7 +0,6 ±	293 +15 ±	6,8 +0,7 ±	67 +19 ±	0,8 ⁺ +0,1 ±	1,56 +0,19 ±
	2. n=9-14	25,3 +6,6 ±	82 +11 ±	40 +24 ±	340 +116 ±	2,6 +1,5 ±	318 +132 ±	6,9 +0,6 ±	86 +26 ±	—	1,58 +0,34 ±
12	1. n=7	29,3 +4,5 ±	55 +16 ±	32 +13 ±	415 +220 ±	1,4 +0,5 ±	220 +48 ±	6,6 +0,5 ±	84 +26 ±	0,8 ⁺ +0,1 ±	1,65 +0,23 ±
	2. n=13	26,6 +6,9 ±	75 +23 ±	48 +23 ±	308 +100 ±	2,1 +1,3 ±	292 +74 ±	6,4 +0,5 ±	70 +33 ±	0,7 +0,1 ±	1,62 +0,24 ±

+) n = 3

Gruppe 1 (18% → 18% RP)

Gruppe 2 (18% → 6% RP)

Tabelle II: Serumwerte im Verlauf der Hauptphase

Wochen nach Vers.- beginn	Gruppe n=Tier- zahl	Harn- stoff- N mg/dl	GOT U/l	GPT U/l	alk. Phosph. U/l	Cholin- esterase KU/l	LDH U/l	Gesamt- eiweiß g/dl	Chole- sterin mg/dl	Krea- tinin mg/dl	Alb./ Glob.
16	1. n=7-8	25,8 +5,8 -	73 +19 -	27 +11 -	444 +190 -	1,7 +0,6 -	337 +136 -	6,8 +0,9 -	96 +27 -	0,7 +0,1 -	1,52 +0,12 -
	2. n=10-13	9,9 +3,1 -	77 +15 -	29 +21 -	349 +110 -	2,2 +1,7 -	305 +78 -	6,8 +0,5 -	99 +23 -	0,8 +0,1 -	1,63 +0,29 -
18	1. n=8	28,1 +7,7 -	78 +11 -	31 +10 -	422 +154 -	1,5 +0,7 -	289 +128 -	6,9 +0,4 -	104 +38 -	0,5 +0,1 -	1,50 +0,21 -
	2. n=11-13	13,3 +3,0 -	69 +14 -	26 +14 -	254 +59 -	2,4 +1,7 -	263 +88 -	7,1 +0,7 -	101 +22 -	0,6 +0,1 -	1,57 +0,35 -
20	1. n=7	23,1 +7,0 -	79 +22 -	29 +13 -	412 +111 -	1,9 +0,8 -	294 +100 -	6,8 +2,6 -	115 +44 -	0,6 +0,1 -	1,41 +0,12 -
	2. n=11-14	10,8 +4,7 -	73 +12 -	23 +9 -	259 +67 -	2,4 +1,6 -	280 +72 -	6,9 +0,5 -	107 +17 -	0,6 +0,4 -	1,53 +0,24 -

Tabelle III: Fortsetzung der Serumwerte im Verlauf der Hauptphase

Wochen nach Vers.- beginn	Gruppe n=Tier- zahl	Harn- stoff- N mg/dl	GOT U/l	GPT U/l	alk. Phosph. U/l	Cholin- esterase KU/l	LDH U/l	Gesamt- eiweiß g/dl	Chole- sterin mg/dl	Krea- tinin mg/dl	Alb./ Glob.
22	1. n=6-8	24,3 +6,9 +23	81 +23	25 +9	444 +183	1,6 +0,7	297 +87	6,8 +0,9	113 +43	0,8 +0,1	1,43 +0,19
	2. n=14	9,6 +3,4 +14	83 +14	27 +13	276 +93	2,4 +1,6	318 +73	6,9 +0,5	115 +24	0,8 +0,1	1,62 +0,27
24	1. n=7-8	21,4 +4,8	76 +22	30 +11	466 +224	1,4 +0,6	305 +87	6,7 +0,6	109 +46	0,7 +0,1	1,33 +0,18
	2. n=12-14	9,9 +3,6	80 +19	23 +8	313 +72	2,5 +1,7	244 +80	7,1 +0,4	104 +23	0,8 +0,2	1,58 +0,27
26	1. n=6-8	18,7 +3,3	92 +32	36 +27	440 +173	1,4 +0,6	320 +75	6,6 +0,7	109 +45	0,7 +0,1	1,39 +0,23
	2. n=14	12,3 +5,6	84 +22	28 +14	311 +62	2,5 +1,6	310 +125	6,9 +0,3	102 +16	0,8 +0,1	1,58 +0,25

Tabelle IV: Serumwerte nach Versuchsende (Koloniedät)

Wochen nach Vers.- beginn	Gruppe n=Tier- zahl	Harn- stoff- N mg/dl	GOT U/1	GPT U/1	alk. Phosph. U/1	Cholin- esterase KU/1	LDH U/1	Gesamt- eiweiß g/dl	Chole- sterin mg/dl	Krea- tinin mg/dl	Alb./ Glob.
28	1. n=6-8	25,1 +10,8 -	80 +30 -	24 +24 -	470 +231 -	1,8 +0,8 -	379 +131 -	7,0 +0,8 -	106 +40 -	0,8 +0,1 -	1,56 +0,24 -
	2. n=7-8	30,9 +3,6 -	92 +28 -	26 +10 -	201 +43 -	2,6 +2,0 -	295 +59 -	6,9 +0,8 -	102 +8 -	0,8 +0,2 -	1,50 +0,29 -
32	1. n=6-8	26,6 +8,8 -	59 +17 -	20 +9 -	340 +190 -	1,9 +0,9 -	304 +159 -	6,3 +1,1 -	91 +30 -	0,7 +0,1 -	1,56 +0,15 -
	2. n=7-8	32,1 +5,6 -	71 +15 -	22 +12 -	185 +66 -	2,7 +2,2 -	253 +83 -	7,3 +0,9 -	112 +19 -	0,8 +0,1 -	1,47 +0,32 -
38	1. n=7-8	25,5 +7,8 -	66 +12 -	21 +5 -	295 +113 -	1,8 +0,6 -	259 +54 -	6,6 +0,8 -	105 +37 -	0,7 +0,1 -	1,41 +0,18 -
	2. n=7-8	28,8 +7,2 -	65 +20 -	25 +15 -	219 +95 -	2,7 +2,0 -	240 +60 -	7,1 +1,0 -	97 +22 -	0,8 +0,1 -	1,32 +0,30 -

Tabelle V: Serumwerte der Kontrolltiere (Koloniediät)

Wochen nach Vers.- beginn	Tier- zahl	Harn- stoff- N mg/dl	GOT U/l	GPT U/l	alk. Phosph. U/l	Cholin- esterase KU/l	LDH U/l	Gesamt- eiweiß g/dl	Chole- sterin mg/dl	Krea- tinin mg/dl	Alb./ Glob.
10	6	27,3 +9,9	80 +32	29 +18	187 +42	2,8 +2,3	262 +124	7,1 +0,8	99 +22	—	1,36 +0,21
12	3 - 6	36,7 +9,3	84 +32	35 +21	194 +29	3,1 +2,6	318 +71	6,9 +0,7	98 +36	0,8 +0,3	1,53 +0,27
16	6	28,9 +11,2	62 +18	19 +11	212 +61	2,8 +2,2	227 +82	7,3 +0,5	102 +18	0,7 +0,1	1,40 +0,22
18	5 - 6	27,8 +13,2	60 +25	20 +14	192 +53	2,7 +2,7	188 +87	7,5 +0,5	100 +15	0,5 +0,05	1,41 +0,33
20	5 - 6	19,9 +9,5	59 +20	15 +8	187 +53	2,5 +1,8	223 +107	6,5 +1,2	114 +21	0,6 +0,1	1,42 +0,20
22	6	28,5 +11,9	79 +39	24 +15	185 +26	2,7 +2,3	233 +96	7,2 +0,9	109 +30	0,7 +0,1	1,50 +0,27
24	6	25,1 +8,1	66 +24	21 +10	201 +41	2,4 +1,9	216 +81	7,2 +0,4	99 +18	0,7 +0,1	1,43 +0,31
26	6	28,0 +12,2	69 +28	20 +11	213 +49	2,6 +2,1	239 +128	6,8 +0,6	102 +27	0,7 +0,1	1,38 +0,13
28	4 - 6	28,1 +11,9	72 +22	16 +8	223 +54	3,1 +2,7	279 +81	7,3 +0,4	105 +27	0,7 +0,1	1,48 +0,25
32	5 - 6	28,6 +10,6	62 +26	16 +10	152 +53	2,8 +2,3	285 +173	6,7 +0,9	101 +30	0,7 +0,1	1,45 +0,30

Tabelle VI: Hämatologiewerte der Gruppe 1

Wochen nach Vers.- beginn	Tier- zahl	Erythro- zyten $\times 10^6/\text{mm}^3$	mittl. Eryth.- volumen μm^3	Hämato- krit %	Leuko- zyten $\times 10^3/\text{mm}^3$	Hämo- globin g/dl
6	2	6,7 $\pm 1,2$	87 ± 3	59,1 $\pm 8,3$	9,6 $\pm 4,9$	18,1 $\pm 1,6$
10	6-7	6,8 $\pm 0,8$	81 ± 12	55,0 $\pm 8,2$	9,3 $\pm 4,4$	16,9 $\pm 3,0$
12	8	6,9 $\pm 0,9$	80 ± 11	56,0 $\pm 11,8$	12,3 $\pm 5,1$	17,5 $\pm 4,3$
16	8	5,7 $\pm 1,5$	87 ± 16	48,3 $\pm 7,1$	8,1 $\pm 2,9$	18,1 $\pm 2,1$
18	8	6,1 $\pm 0,9$	76 ± 11	47,2 $\pm 10,8$	12,3 $\pm 3,7$	15,9 $\pm 3,2$
20	5-7	6,4 $\pm 0,7$	79 ± 19	50,0 $\pm 9,4$	11,2 $\pm 4,7$	14,9 $\pm 2,5$
22	6	6,2 $\pm 1,0$	70 ± 11	44,2 $\pm 9,8$	10,7 $\pm 3,9$	12,6 $\pm 3,5$
24	7-8	5,8 $\pm 1,8$	71 ± 10	41,7 $\pm 12,6$	10,9 $\pm 3,0$	13,3 $\pm 4,1$
26	7	6,9 $\pm 1,0$	82 ± 8	56,5 $\pm 8,3$	11,8 $\pm 3,4$	15,6 $\pm 2,0$
28	6-7	6,5 $\pm 1,0$	79 ± 9	53,3 $\pm 7,8$	10,2 $\pm 3,0$	14,5 $\pm 2,6$
32	5-6	6,9 $\pm 0,4$	75 ± 6	52,0 $\pm 3,7$	9,2 $\pm 3,4$	15,0 $\pm 2,8$
38	7	6,6 $\pm 0,8$	76 ± 6	51,2 $\pm 7,0$	8,2 $\pm 2,5$	16,3 $\pm 2,4$

Tabelle VII: Hämatologiewerte der Gruppe 2

Wochen nach Vers.- beginn	Tier- zahl	Erythro- zyten $\times 10^6/\text{mm}^3$	mittl. Eryth.- volumen μm^3	Hämato- krit %	Leuko- zyten $\times 10^3/\text{mm}^3$	Hämo- globin g/dl
6	5-7	6,1 $\pm 0,8$	94 ± 3	57,8 $\pm 7,2$	6,5 $\pm 2,7$	16,1 $\pm 3,2$
10	14	6,9 $\pm 0,5$	89 ± 4	61,7 $\pm 5,0$	5,9 $\pm 2,4$	19,5 $\pm 1,9$
12	13	6,4 $\pm 0,4$	88 ± 4	57,3 $\pm 5,6$	7,6 $\pm 2,6$	19,2 $\pm 2,4$
16	12	6,1 $\pm 1,2$	91 ± 6	55,5 $\pm 10,0$	4,0 $\pm 1,9$	20,8 $\pm 3,3$
18	12	6,0 $\pm 0,7$	84 ± 4	50,8 $\pm 7,0$	4,8 $\pm 1,9$	17,5 $\pm 2,3$
20	14	6,4 $\pm 0,6$	81 ± 4	51,8 $\pm 6,2$	5,1 $\pm 2,4$	17,3 $\pm 1,6$
22	13-14	6,9 $\pm 0,6$	77 ± 3	53,3 $\pm 5,6$	4,4 $\pm 2,3$	16,1 $\pm 1,9$
24	13	5,6 $\pm 1,2$	82 ± 7	46,2 $\pm 7,9$	4,6 $\pm 2,9$	16,5 $\pm 1,9$
26	14	6,7 $\pm 0,7$	87 ± 7	58,7 $\pm 7,1$	4,8 $\pm 1,6$	17,3 $\pm 2,9$
28	8	6,4 $\pm 0,9$	78 ± 7	49,7 $\pm 4,0$	7,1 $\pm 2,2$	14,0 $\pm 1,2$
32	7-8	7,0 $\pm 0,2$	73 ± 5	50,9 $\pm 3,1$	7,9 $\pm 2,4$	14,6 $\pm 1,0$
38	8	6,6 $\pm 0,4$	75 ± 4	49,4 $\pm 2,1$	6,9 $\pm 2,3$	15,8 $\pm 1,1$

Tabelle VIII: Hämatologiewerte der Kontrolltiere
(Koloniediät)

Wochen nach Vers.- beginn	Tier- zahl	Erythro- zyten $\times 10^6/\text{mm}^3$	mittl. Eryth.- volumen μm^3	Hämato- krit %	Leuko- zyten $\times 10^3/\text{mm}^3$	Hämo- globin g/dl
10	6	7,2 $\pm 0,6$	82 ± 5	60,2 $\pm 8,2$	6,8 $\pm 3,4$	19,0 $\pm 2,5$
12	6	6,6 $\pm 1,1$	85 ± 6	56,5 $\pm 11,6$	5,9 $\pm 3,5$	21,7 $\pm 5,0$
16	5	5,7 $\pm 1,9$	87 ± 5	49,8 $\pm 16,0$	6,0 $\pm 2,3$	20,4 $\pm 1,0$
18	5	6,0 $\pm 0,9$	82 ± 3	49,0 $\pm 8,2$	6,8 $\pm 3,8$	16,9 $\pm 3,0$
20	6	6,4 $\pm 1,0$	79 ± 3	50,8 $\pm 8,2$	5,1 $\pm 2,1$	16,9 $\pm 3,0$
22	6	6,9 $\pm 0,5$	75 ± 2	51,6 $\pm 2,6$	6,2 $\pm 2,3$	17,1 $\pm 1,0$
24	5	4,2 $\pm 0,7$	87 ± 8	37,1 $\pm 6,8$	4,9 $\pm 2,6$	14,5 $\pm 2,7$
26	6	6,3 $\pm 0,9$	85 ± 4	54,1 $\pm 8,9$	5,4 $\pm 2,2$	18,9 $\pm 2,0$
28	5	6,9 $\pm 0,7$	78 ± 10	57,3 $\pm 8,7$	6,8 $\pm 3,3$	16,6 $\pm 2,9$
32	6	6,5 $\pm 0,9$	76 ± 4	50,6 $\pm 9,1$	8,4 $\pm 2,8$	16,2 $\pm 3,1$

Herrn Prof. Dr. H. Zucker danke ich herzlich für die Überlassung der Arbeit und die jederzeit freundlich gewährte Unterstützung.

Bei Herrn Prof. Dr. F. Deinhardt bedanke ich mich für die Arbeitsmöglichkeiten im Max von Pettenkofer-Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie der Universität München.

Frau Dr. C. Flurer danke ich für die vielen wissenschaftlichen Anregungen und Hilfestellungen.

Frau Dr. R. Scheid sei für die freundliche Hilfsbereitschaft in Rat und Tat gedankt.

Herrn Prof. Dr. K. Horn gilt mein Dank für die in der Medizinischen Klinik Innenstadt der Universität München durchgeführten Blutanalysen.

Lebenslauf

Name: Marianne Lehmann, geb. Naghiu

Geburtsdatum: 27. Juli 1956

Geburtsort: Tschakowa, Rumänien

Eltern: Hildegard Maria Franziska Etienne,
Fachlehrerin
Alexandru Naghiu, Beamter

Staatsangehörigkeit: deutsch

Familienstand: verheiratet seit 1976
mit Ekhart Lehmann, Tierarzt

Kinder: Wolfgang Lehmann, geboren 1977

Schulausbildung: 1963-1967 an der Grundschule Nr.12
in Temeschburg, Rumänien
1967-1975 am C.D.Loga Lyzeum in
Temeschburg, Rumänien

Universitäts-
ausbildung: 1975-1980 Studium der Tiermedizin
am Agronomischen Institut
Temeschburg, Rumänien
1980-1982 Studium der Tiermedizin
an der Ludwig-Maximilians-Univer-
sität München
Juni 1982 Approbation als Tier-
ärztin und Beginn der Doktorarbeit
am Institut für Physiologie, Physio-
logische Chemie und Ernährungs-
physiologie der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München
und am Max von Pettenkofer-Institut
für Hygiene und Medizinische Mikro-
biologie der Universität München
Juli 1982-Juli 1983 wissenschaft-
liche Hilfskraft am Max von Petten-
kofer-Institut für Hygiene und
Medizinische Mikrobiologie der
Universität München

